

**ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS DE OPERACIÓN MINERA EN LA
EMPRESA AGROCOAL S.A.S., EN EL MUNICIPIO DE SOCHA,
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.**

**JORGE ARMANDO CAMARGO RODRÍGUEZ
CÓD. 52-064755**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
SECCIONAL SOGAMOSO
ESCUELA INGENIERÍA DE MINAS
SOGAMOSO-BOYACÁ
2015**

**ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS DE OPERACIÓN MINERA EN LA
EMPRESA AGROCOAL S.A.S., EN EL MUNICIPIO DE SOCHA,
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.**

**JORGE ARMANDO CAMARGO RODRÍGUEZ
Cód. 52-064755**

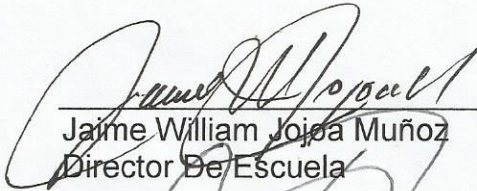
***Proyecto presentado como requisito para optar al título de Ingeniero en
Minas en la modalidad de Práctica Con Proyección Empresarial.***

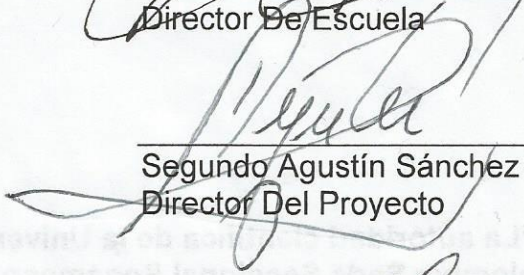
**Director:
EDGAR OMAR PARRA LEGUIZAMO
Ingeniero En Minas
T.P. 15218-12402 Res. 203-83
Docente Escuela De Ingeniería De Minas**

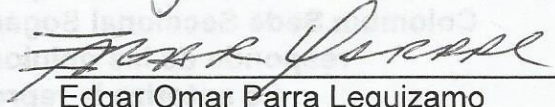
**Codirector
SEGUNDO AGUSTÍN SÁNCHEZ SALAZAR
Ingeniero En Minas
M.P. 1521765981 BYC**

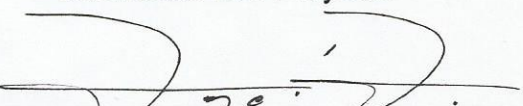
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
SEDE SECCIONAL SOGAMOSO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS
SOGAMOSO-BOYACÁ
2015**

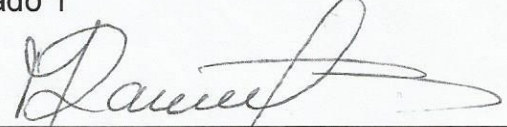

NOTA DE ACEPTACIÓN


Jaime William Jorda Muñoz
Director De Escuela


Segundo Agustín Sánchez Salazar
Director Del Proyecto


Edgar Omar Parra Leguizamo
Codirector Del Proyecto


Luis Angel Lara González
Jurado 1


Segundo Manuel Romero Balaguera
Jurado 2 

Sogamoso, 14 de abril de 2015

“La autoridad científica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Sede Seccional Sogamoso, reside en ella misma, por lo tanto no responde de las opiniones expresadas en este proyecto.”
Se autoriza la reproducción indicando su origen.

“Este libro está dedicado a la Virgen María. Porque al igual que su hijo Jesucristo, siempre ha estado conmigo brindándome su amor incondicional de madre, al darme la luz, la fortaleza y la paciencia para llegar hasta el final y vencer los obstáculos.”

Jorge A. Camargo R.

AGRADECIMIENTOS

*A Diosito, que me brindaste la fortaleza necesaria, mi verdad y mi camino... **TE ADORO***

*A mi Esposa, que has estado siempre a mi lado dándome cariño, confianza y apoyo incondicional para seguir adelante, para cumplir otra etapa de mi vida... **TE AMO***

*A mi Hijo, que eres el motivo y la razón que me ha llevado a superarme día a día, porque en los momentos más difíciles siempre me diste tu amor... **TE QUIERO ENSEÑAR QUE CUANDO SE QUIERE ALGO NO HAY TIEMPO NI OBSTÁCULO QUE LO IMPIDA***

*A mi Mamá y Papá, por compartir mis alegrías y mis llantos, por celebrar mis éxitos y ayudarme a superar los problemas, por sus rezos y sus sacrificios... **LOS QUIERO***

*A mi Abuelito y Abuelita, por su paciencia, por su apoyo, por sus palabras siempre sabias, por estar siempre a mi lado... **SON MI EJEMPLO***

*A mis Familiares y Amigos, aquellos que siempre me brindaron una palabra de aliento, que me prestaron su ayuda desinteresada sin esperar nada a cambio y de los cuales aprendí mucho... **GRACIAS***

*A mis Maestros, quienes con su experiencia como docentes y profesionales han sido la guía idónea durante este proceso, me han brindado el tiempo y su sabiduría... **MI SINCERO APRECIO***

*A aquellas personas, que en algún momento representaron obstáculos en mi camino, porque ustedes me enseñaron el valor de **LA PERSEVERANCIA...***

*A Mí, porque esta tesis forma parte de una etapa de mi vida llena de recuerdos especiales que me acompañaran siempre... **POR LOS RETOS FUTUROS!!!***

Jorge A. Camargo R.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	16
1. GENERALIDADES	17
1.1. OBJETIVOS	17
1.1.1. Objetivo General.	17
1.1.2. Objetivos Específicos.	17
1.2. ALCANCES Y LIMITACIONES	17
1.2.1. Alcance.	17
1.2.2. Limitaciones:	17
1.3. METODOLOGÍA	17
1.4. AGROCOAL S.A.S.	19
2. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA	23
2.1. CARGO ASIGNADO	23
2.2. FUNCIONES	23
2.3. CAPACITACIÓN RECIBIDA	23
2.4. APOORTE A LA EMPRESA	24
2.5. APOORTE DE LA EMPRESA A LA FORMACIÓN PROFESIONAL	24
2.6. CONCLUSIONES	24
2.7. RECOMENDACIONES	25
3. INFORME TÉCNICO	27
RESUMEN	27
INTRODUCCIÓN	27
OBJETIVOS	28
Objetivo General.	28
Objetivos Específicos.	28

1. ESTADO ACTUAL DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS	29
1.1. SISTEMA DE EXPLOTACIÓN	29
1.1.1. Labores de desarrollo.	29
1.1.2. Labores de preparación.	31
1.1.3. Sostenimiento.	31
1.1.4. Ventilación.	31
1.1.5. Desagüe.	31
1.2. MATERIALES E INSUMOS	32
1.3. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	32
2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO UTILIZADO	36
2.1. PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE Y CARGUE DEL MATERIAL	37
2.2. PROCEDIMIENTO DE TRANSPORTE INTERNO	39
2.3. PROCEDIMIENTO DE TRANSPORTE EXTERNO Y DESCARGUE EN TOLVA	41
3. DETERMINACIÓN DE LAS OPERACIONES PARA EL ESTUDIO	44
4. ESTUDIO DE TIEMPOS	51
4.1. SELECCIÓN DEL TRABAJO	53
4.2. SELECCIÓN DEL TRABAJADOR	53
4.3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	53
4.4. DESCOMPOSICIÓN EN ELEMENTOS	54
4.5. TOMA DE TIEMPOS	54
4.6. CALIFICACIÓN DEL TRABAJADOR	55
4.7. PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS	55
4.8. TAMAÑO DE LA MUESTRA	56
4.9. VERIFICACIÓN DE LOS DATOS	58
4.10. TOLERANCIAS	58
4.11. TIEMPO ESTÁNDAR	63
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66

BIBLIOGRAFÍA	67
INFOGRAFÍA	69
GLOSARIO	70
ANEXOS	72

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo DEMING	18
Figura 2. Localización	21
Figura 3. Puntos de transferencia entre procedimientos.	36
Figura 4. Pasos secuenciales del estudio de tiempos.	51
Figura 5. Factor de calificación.	55
Figura 6. Curva de ciclos.	57
Figura 7. Curva de tolerancia por fatiga.	60
Figura 8. Resultado del estudio de tiempos para el proceso de extracción de mineral.	64

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Coordenadas Del Polígono De Concesión.	22
Cuadro 2. Identificación de procedimientos.	36
Cuadro 3. Puntos de transferencia entre procedimientos.	37
Cuadro 4. Determinación de las operaciones para la extracción de material.	44
Cuadro 5. Formato estudio de tiempos.	52
Cuadro 6. Factor de calificación.	55
Cuadro 7. Tamaño de muestra.	57
Cuadro 8. Porcentaje de tolerancia personal.	58
Cuadro 9. Curva de tolerancia por fatiga.	59
Cuadro 10. Esfuerzo aplicado en cada operación.	60
Cuadro 11. Porcentaje de tolerancia por fatiga en cada operación.	61
Cuadro 12. Porcentaje de tolerancia por retrasos.	62
Cuadro 13. Porcentaje de tolerancia total por cada operación.	62
Cuadro 14. Relación de trabajadores por operación.	62
Cuadro 15. Resultado del estudio de tiempos para el proceso de extracción de mineral.	63

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Bocamina nivel patio manto 2.	30
Fotografía 2. Inclinado de transporte manto 2.	30
Fotografía 3. Elementos de sostenimiento nivel patio manto 2.	31
Fotografía 4. Desagüe nivel patio manto 2.	32
Fotografía 5. Compresor mina el mortíño.	33
Fotografía 6. Malacate interno nivel patio manto 2.	33
Fotografía 7. Vagonetas nivel patio manto 2.	34
Fotografía 8. Malacate externo nivel patio manto 2.	34
Fotografía 9. Lámparas mina el mortíño.	35
Fotografía 10. Cargador de lámparas mina el mortíño.	35

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A: CODIFICACIÓN DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y EPP's	72
ANEXO B: HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO	73
ANEXO C: FORMATOS DE TOMA DE TIEMPOS	77
ANEXO D: FLUJOGRAMA Y DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS	84
ANEXO E: PLANO	88
ANEXO F: CD	90

Carpetas contenidas en el ANEXO F: CD.

1. TEXTOS

- 1.1. Camargo. Estandarización de métodos de operación minera en la empresa Agrocoal S.A.S., en el municipio de Socha, departamento de Boyacá. (doc en pdf)
- 1.2. Camargo. Estandarización de métodos de operación minera en la empresa Agrocoal S.A.S., en el municipio de Socha, departamento de Boyacá. (doc en word)

2. ANEXOS

- 2.1. Planos
 - 2.1.1. Labores actuales (doc en AutoCAD)
 - 2.1.2. Figuras (doc en AutoCAD)
- 2.2. Figuras
- 2.3. Fotos
- 2.4. Anexos
 - 2.4.1. Anexo A
 - 2.4.2. Anexo B
 - 2.4.3. Anexo C
 - 2.4.4. Anexo D
- 2.5. Otros

3. VARIOS

- 3.1. Anuario. Estandarización de métodos de operación minera en la empresa Agrocoal S.A.S., en el municipio de Socha, departamento de Boyacá. (doc en word)
- 3.2. Artículo.
 - 3.2.1. Estandarización del Método y el Tiempo de Extracción de Carbón en la Operación Minera de una Empresa Boyacense. (doc en pdf)
 - 3.2.2. Estandarización del Método y el Tiempo de Extracción de Carbón en la Operación Minera de una Empresa Boyacense. (doc en word)
- 3.3. Cartulina
 - 3.3.1. Estandarización del Método y el Tiempo de Extracción de Carbón en la Operación Minera de una Empresa Boyacense. (doc en pdf)
 - 3.3.2. Estandarización del Método y el Tiempo de Extracción de Carbón en la Operación Minera de una Empresa Boyacense. (doc en word)
- 3.4. Presentación. Presentación de la sustentación. (doc en Power Point y en pdf)

RESUMEN

La estandarización de métodos y tiempos de operación es un área importante en la industria ya que permite evidenciar los procesos y sus tiempos para posibilitar mejoras en procedimientos u operaciones específicas.

La empresa AGROCOAL S.A.S. es una empresa boyacense dedicada, entre otras, a la extracción y comercialización de carbones bajos y medios volátiles, con explotaciones en Socha y Socotá (Boyacá), Recetor y Chámeza (Casanare). Y con oficina principal en Duitama – Boyacá.

El lugar donde se realizó el estudio es la mina El Mortiño ubicada en el municipio de Socha, esta posee una gran trayectoria, pero prácticas bastante rudimentarias y de pequeña envergadura.

Usando la metodología Deming y teniendo en cuenta las limitaciones y alcances propuestos se estandarizaron los métodos y tiempos actuales de operación en la extracción de mineral, los cuales comprenden las operaciones de arranque, cargue, transporte interno y externo, y descargue en superficie.

Para esto inicialmente se planea el estudio y se documenta sobre aspectos de importancia como lo son las políticas de la empresa y el estado actual del proceso de explotación; luego se desglosa el método actual en procedimientos y actividades, se determinan las operaciones a estudiar y sus elementos constitutivos. Se recoge la información necesaria en campo, donde se hace la toma de tiempos planeada.

Seguidamente se realiza el estudio estadístico de tiempos y se verifica la información inicial con la arrojada en el estudio. Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones que se dan como resultado final.

INTRODUCCIÓN

El trabajo desarrollado como modalidad de práctica empresarial en la empresa AGROCOAL S.A.S., alcanzo el propósito de realizar un estándar de tiempos para las actividades de cada uno de los puestos de trabajo correspondientes a la operación minera en la empresa AGROCOAL S.A.S., en el municipio de Socha, ya que esta no contaba con estudios de tiempos y procesos que contribuyeran a una mejor planificación de la producción y a un mejor desempeño de los trabajadores.

A partir de esta necesidad la propuesta se enfatizó en mejorar el control de tiempos, pues de ello depende el éxito o el fracaso de la empresa, por lo tanto, se fundamentó en bases teóricas, inspecciones, visitas y entrevistas en cada puesto de trabajo, lo que resultó y demostró una producción sin control, en la cual no se conocía con certeza la cantidad de recursos físicos, financieros y humanos que se deben utilizar, lo que hace de este estudio, necesario para ayudar al control de estas actividades.

En consecución al objetivo principal del proyecto, se establecieron algunos objetivos específicos que ayudaron a lograr la estandarización de los procesos de operación en la producción minera, entre ellos, la estandarización de los procedimientos y tiempos existentes para picado, cague interno, transporte y descargue en superficie.

Para lograr a cabalidad los pilares del proyecto se utilizó un tipo de metodología descriptiva/exploratoria, para conocer la operación e identificar características, comportamientos y falencias de los procesos mineros, se utilizara la herramienta metodológica DEMING (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).

Por lo consiguiente, con este trabajo se conservara un progreso en el cambio interno de su estructura organizacional y el tipo de manufactura, para que la empresa pueda mantenerse al día con el adelanto mundial en tecnología y en avances técnicos, además de obtener información sobre los recursos humanos, físicos y financieros requeridos y utilizados en los procesos de producción minera.

1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General.

Estandarizar los métodos de operación minera en la empresa AGROCOAL S.A.S., en el municipio de Socha.

1.1.2. Objetivos Específicos.

Recolectar y analizar la información actual de la empresa dentro de las diferentes tareas la operación minera, teniendo en cuenta los requerimientos futuros en cuanto a producción.

Estandarizar los procedimientos y tiempos existentes para picado, cague interno, transporte y descargue en superficie.

Facilitar a la empresa AGROCOAL S.A.S., un Material informativo que optimice la producción actual y futura.

1.2. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.2.1. Alcance.

El proyecto desarrolló el análisis y diseñó un material informativo de estandarización de procesos y tiempos de operación minera en la empresa AGROCOAL S.A.S., para la operación extractiva que esta realiza en la mina El Mortiño en el municipio de Socha.

1.2.2. Limitaciones:

- Solo se estandarizó los procesos y tiempos de operación minera en la mina El Mortiño.
- No existe información sobre tiempos en los procesos de operación minera.
- No se ha realizado un estudio de esta clase en la empresa.

1.3. METODOLOGÍA

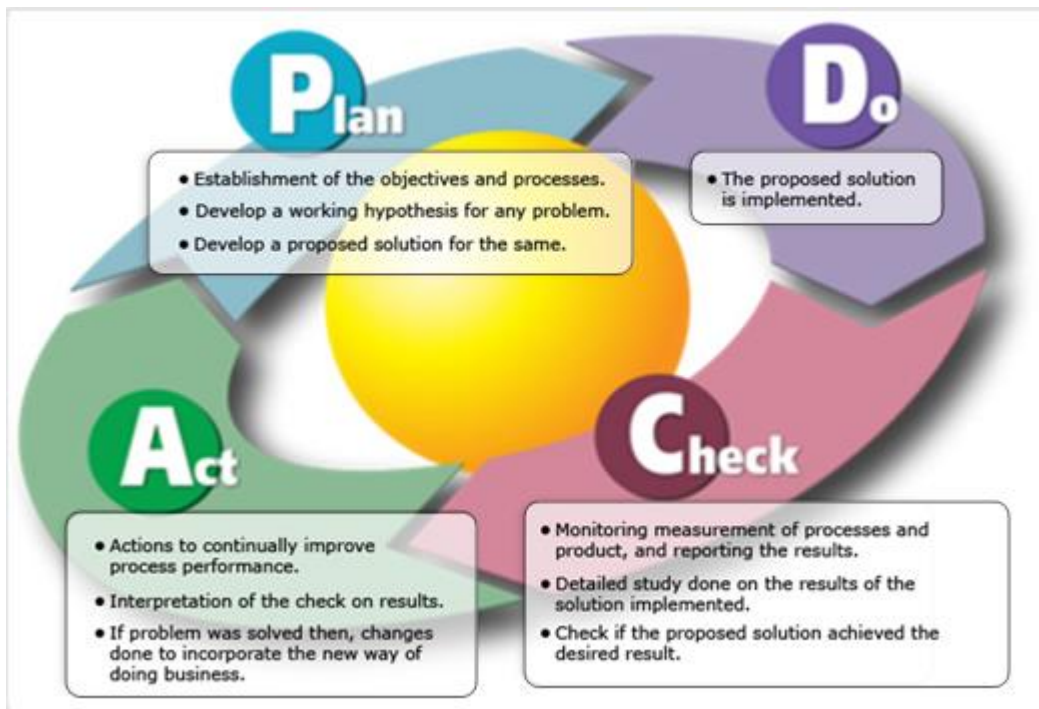
METODOLOGIA DEMING

También conocido como círculo PDCA (de Edwards Deming), es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por

Walter A. Shewhart. También se denomina espiral de mejora continua. Es muy utilizado por los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC).

Las siglas, PDCA son el acrónimo de Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).

Figura 1. Ciclo DEMING



Fuente: http://www.binaryspectrum.com/itservices/quality_assurance.html

PLAN (Planificar): Establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener el resultado esperado. Al basar las acciones en el resultado esperado, la exactitud y cumplimiento de las especificaciones a lograr se convierten también en un elemento a mejorar. Cuando sea posible conviene realizar pruebas a pequeña escala para probar los resultados.

- Identificar proceso que se quiere mejorar.
- Recopilar datos para profundizar en el conocimiento del proceso.
- Detallar las especificaciones de los resultados esperados.
- Definir los procesos necesarios para conseguir estos objetivos, verificando las especificaciones.

DO (Hacer): Implementar los nuevos procesos, llevar a cabo el plan. Recolectar datos para utilizar en las siguientes etapas. Teniendo el plan bien definido, hay que poner una fecha a la cual se va a desarrollar lo planeado.

CHECK (Verificar):

- Pasado un periodo previsto de antemano, volver a recopilar datos de control y analizarlos, comparándolos con los objetivos y especificaciones iniciales, para evaluar si se ha producido la mejora.
- Monitorizar la implementación y evaluar el plan de ejecución documentando las conclusiones.

ACT (Actuar):

- Documentar el ciclo.

Con base a las conclusiones del paso anterior elegir una opción:

- Si se han detectado errores parciales en el paso anterior, realizar un nuevo ciclo PDCA con nuevas mejoras.
- Si no se han detectado errores relevantes, aplicar a gran escala las modificaciones de los procesos.
- Si se han detectado errores insalvables, abandonar las modificaciones de los procesos.
- Ofrecer una Retro-alimentación y/o mejora en la Planificación.

1.4. AGROCOAL S.A.S.

Localización: La empresa AGROCOAL S.A.S. tiene una oficina central en la ciudad de Duitama y otra descentralizada en el municipio de Socha.

Razón Social: AGROCOAL S.A.S.; Nit.: 860353573-3¹

Objetivo: La sociedad tiene por objeto las siguientes actividades: a) La exploración, explotación, industrialización, transporte, comercialización, importación y exportación de minerales en Colombia, en especial el carbón mineral y sus derivados. b) La construcción, asesoría y suministros de obras de ingeniería civil. c) La producción, industrialización, comercialización, importación y exportación de toda clase de productos agrícolas y agropecuarios, incluyendo plantas, flores, esquejes, frutas, condimentos, aromáticas, frutos frescos y secos, procesados o sin procesar, productos y subproductos de origen animal procesados o sin procesar, así como la transformación de bienes adquiridos en el mercado nacional para su posterior exportación. Parágrafo: en desarrollo de su objeto social la sociedad podrá ejecutar todas las actividades conexas o complementarias con el objeto social, en especial las siguientes: 1. Ejecutar los actos civiles y mercantiles convenientes o

¹ AGROCOAL S.A.S., Certificado de existencia y representación legal de la empresa en cámara de comercio. Bogotá. 2014. Pág. 1

necesarios que conduzcan a realizarlo, tales como tramitar y administrar contratos de concesiones para la explotación de minerales, 2. Adquirir toda clase de bienes, gravarlos con prenda, hipotecar, enajenar toda clase de bienes, tomar dinero en mutuo, contraer obligaciones bancarias y comerciales, emitir, girar, aceptar, endosar y descargar toda clase de títulos valores. 3. Adquirir a cualquier título los bienes muebles o inmuebles indispensables para el normal desarrollo de su objeto, incluyendo toda clase de bienes incorpóreos, tales como invenciones, patentes, nombres comerciales, etc. 4. Enajenar, gravar, alquilar, transformar y administrar en general los bienes sociales y sus productos. Promover, incrementar y auspiciar la vinculación de la sociedad a empresas o agremiaciones que se dediquen a actividades conexas o complementarias. 5. Celebrar toda clase de operaciones que sean convenientes para el desarrollo de su objeto social. 6. Invertir en compañías de igual o similar objeto social, fusionándose, aportando bienes, adquiriendo acciones o partes sociales o asociaciones con ellas. 7. Comprar, vender, importar, exportar, distribuir y recibir productos relacionados con el objeto social o recibirlos de otras personas, para su manejo, distribución, representación o venta. 8. La sociedad podrá llevar a cabo, en general, todas las operaciones, de cualquier naturaleza que ellas fueren, relacionadas con el objeto mencionado, así como cualesquiera actividades similares, conexas o complementarias o que permitan facilitar o desarrollar el comercio o la industria de la sociedad.²

Responsable: Ana María Sánchez Avella, C.C.: 46'457.110 de Duitama³

Direcciones: Calle 16 # 15-21, oficina 605, edificio Av. Villas, Duitama; Calle 4 # 10-27, Socha.

Teléfonos: + 57 8 762 78 41, Duitama; + 57 8 787 43 59, Socha.

E-mail: agrocoal@hotmail.com

Web: www.agrocoal.com.co

Historia: La empresa ha sufrido cambios en su razón social desde el momento de su creación, así: el 24 de julio de 1986 se constituye como sociedad comercial CONCIVIALCO LTDA., el 24 de febrero de 2009 cambia su nombre por AGROCOAL LTDA., luego el 22 de abril de 2009 por AGROCOAL C.I. LTDA., por último el 8 de agosto de 2012 se cambia por la denominación actual AGROCOAL S.A.S.

Se iniciaron labores en el mortío en 1995, el 15 de diciembre de 2000 MINERCOL otorga a dicha área de explotación el código de expediente 161-R en la modalidad de contrato en virtud de aporte y con código del Registro Nacional Minero (RNM) HAOA-01, por una duración total de 19 años. Originalmente la empresa explotaba

² Ibíd. Pág. 2

³ Ibíd. Pág. 3

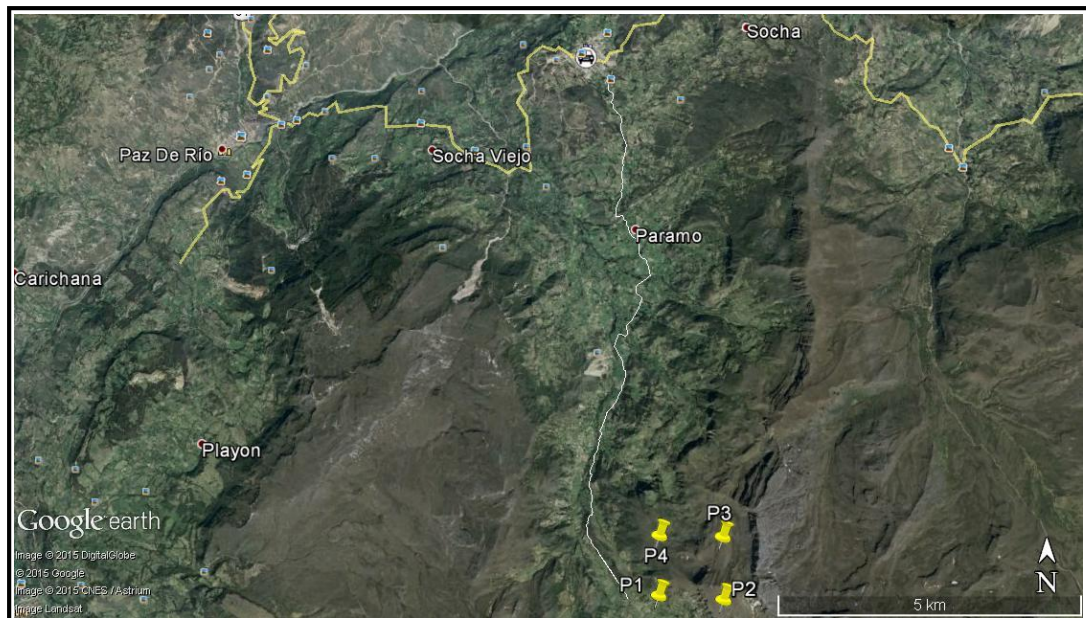
con personal propio hasta el año 2007 en el que contrato al operador minero MINEROS S.A.; cabe resaltar que el representante de esta sociedad era un trabajador de la mina desde el año 1997; este operador se ha mantenido hasta la actualidad, simplemente cambio hace 4 años su razón social a SOCIEDAD MINERA DEL MORTIÑO S.A.S.

En toda su historia AGROCOAL S.A.S. se ha preocupado por mantener un trabajo con altos estándares de calidad, por lo tanto, han pertenecido a la empresa además de ingenieros titulados, 16 practicantes aproximadamente, para así contar con personas actualizadas académicamente en el campo de la minería.⁴

Mina El Mortiño: El contrato 161-R se localiza en la vereda La Laja, del municipio de Socha, departamento de Boyacá, dentro de la plancha 172-II-C del IGAC; se ubica al Sur Oriente del Casco urbano de la población de Socha, a una distancia de 12 Km. por un carreteable que de Socha comunica a la vereda Anaray, Bisbita, Socuará, la Laja y finalmente llega a la laguna de Socha.

En el Km. 11 existe un desvío hacia la izquierda cruzando la quebrada el Tirque y a 1 Km. se llega a la mina El Mortiño.

Figura 2. Localización



Fuente: Resultado de la investigación.

El área del polígono es de 100 hectáreas y está delimitado por las siguientes coordenadas.⁵

⁴ AGROCOAL S.A.S., Departamento Administrativo

⁵ AGROCOAL S.A.S., P.T.O. expediente 161-R

Cuadro 1. Coordenadas Del Polígono De Concesión.

PUNTO	Coordenada Norte	Coordenada Este	Latitud Norte	Longitud Este
P.A.	1'145.440	1'154.400	5° 54' 44,95"	72° 41' 12,27"
1	1'145.300	1'154.800	5° 54' 40,36"	72° 40' 59,28"
2	1'145.300	1'155.800	5° 54' 40,28"	72° 40' 26,78"
3	1'146.300	1'155.800	5° 55' 26,69"	72° 40' 26,69"
4	1'146.300	1'154.800	5° 55' 12,90"	72° 40' 59,19"

Fuente: P.T.O. Expediente 161-R.

La mina El Mortiño opera mediante ensanche de tambores paralelos, con sostenimiento en madera y descargue por gravedad a coches de 1 Ton cada uno en los niveles de transporte. La empresa espera una evolución importante en el laboreo minero mediante un control riguroso en la secuencia operativa, lo que garantiza la producción y el control sistemático del trabajo.

Con esta infraestructura la mina cuenta con una producción aproximada de 4.000 Ton mensuales, la cual espera ampliarse y llevar a cabo interconexión de labores para adelantar un único nivel de transporte y mejorar así el rendimiento y producción durante los próximos 6 años.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

2.1. CARGO ASIGNADO

Nombre o Denominación: Ingeniero Auditor

Jefe Inmediato: Segundo Agustín Sánchez Salazar, Ingeniero en Minas, M.P. 1521765981 BYC, Ingeniero Director Departamento Técnico.

Sitio de Trabajo: Mina El Mortiño, Oficina de Socha, Casa de Ingeniería

Horarios: lunes a viernes de 6 am a 2 pm, de 1 pm a 9 pm, de 8 pm a 4 am y el sábado de 5 am a 9 am; según sea necesario.

2.2. FUNCIONES

Toma de datos y tiempos: Se seleccionó al trabajador promedio, se obtuvo y registro toda la información pertinente acerca de la tarea de este y sus condiciones de trabajo, se separó en elementos, se determinó el comienzo y fin de cada uno; luego se determinó el número de observaciones a realizar, se midió con el instrumento adecuado y se documentaron los datos obtenidos.

Análisis de la información: Se determinó la velocidad de trabajo con el fin de valorar o efectuar la calificación del trabajador (habilidad, esfuerzo, condiciones y la consistencia), luego se convirtieron los tiempos observados en tiempos básicos y por último se añadieron los suplementos al tiempo básico para obtener el tiempo tipo.

Estandarización de las actividades: Se obtuvo el tiempo estándar en tareas por hora y/u horas por tarea, luego se realizó las observaciones y se anotaron los datos y finalmente se comprobó la exactitud del estudio.

Elaboración del informe para la empresa: Se elaboró un informe con las conclusiones y recomendaciones resultantes.

2.3. CAPACITACIÓN RECIBIDA

Inducción: Se efectuó durante la primera semana de ingreso a la empresa, en la cual se conocieron las instalaciones, iniciando por las oficinas, luego las minas y los patios de acopio, en donde se conoció al personal en cada puesto de trabajo y se realizó un recorrido de reconocimiento; después se recibieron explicaciones de los procesos, funciones, horarios y normativa interna.

2.4. APOORTE A LA EMPRESA

Mediante un análisis se logró desarrollar un material informativo de estandarización de procesos y tiempos de operación minera en la empresa AGROCOAL S.A.S., para la operación extractiva que esta realiza en la mina El Mortiño en el municipio de Socha.

2.5. APOORTE DE LA EMPRESA A LA FORMACIÓN PROFESIONAL

En el desarrollo de la práctica empresarial se aterrizó y aplicó teorías que se aprendieron en el ciclo de formación como ingeniero en minas, además, se conoció cómo es en realidad el mundo laboral, se aprendieron cuáles son las responsabilidades de los trabajadores, cómo es tener superiores, trabajar en equipo, manejar la presión, cumplir horarios y cómo se maneja la competencia.

Esta experiencia laboral ayudo a darse cuenta que la vida de un ingeniero en minas no es tan ideal como se concibe en la mente de un estudiante de pregrado y por lo tanto ofreció preparación para una vida profesional específica.

Sirvió para entender que el reto de un ingeniero es estar lo más preparados posible y demostrar su talento, también para empezar a hacer hoja de vida.

Se consiguieron relaciones y contactos en el medio de la minería del carbón, lo cual puede abrir puertas en otros sitios.

Se ganó experiencia en la operación minera, en el manejo de personal, en la toma de decisiones, tanto en la parte operativa como en la parte financiera; se adquirió seguridad y compromiso en el trabajo.

2.6. CONCLUSIONES

Según el resultado del estudio la producción actual del frente debería ser de 7 toneladas por turno.

Con el tiempo estándar, para el ciclo completo de operación minera, queda espacio suficiente para instalar los elementos de sostenimiento que se requieran según el avance del turno.

Este estudio contrasta con la producción de 2,6 toneladas diarias (en promedio) durante los 4 meses de la práctica. Y muestra que se están presentando retrasos que están afectando el proceso de extracción de material.

Se ve que existen tiempos muertos para el cochero y el envasador del frente, lo que genera sobre costos y puede generar retrasos en los otros trabajadores.

La operación a la que mayor atención se le debe prestar es la de arranque de mineral, ya que es la operación crítica en el proceso.

A pesar que muchos de los trabajadores han recibido capacitación en el laboreo minero, se evidencia que la operación se realiza de forma generalmente empírica y con recursos limitados, lo que genera retrasos y sobre costos en el proceso final.

El capital humano que labora en el frente estudiado posee muchas ganas de mejorar y la disposición para el cumplimiento de sus labores.

La empresa AGROCOAL S.A.S. cuenta con muy poca información sobre sus procesos y sobre su operación.

Se evidencia la necesidad de controlar los tiempos de operación para mejorar la producción y poder cumplir con efectividad a los clientes.

Existen posibilidades de mejorar el proceso y así incrementar la producción actual, lo que servirá para abrirse a nuevos clientes.

2.7. RECOMENDACIONES

Implementar un plan de mantenimiento preventivo para evitar continuas averías en máquinas y equipos, las cuales causan retrasos y generan graves sobre costos y disminución de la producción.

Generar un programa de seguimiento y control al laboreo minero, ya que en repetidas ocasiones el empirismo ha generado daños a las labores mineras ocasionando demoras e incremento en los costos de producción.

Elaborar un plan de capacitación en laboreo, seguridad y calidad minera, para generar perfiles competentes en una empresa minera en continuo desarrollo.

Dinamizar el programa de refuerzo y mantenimiento de vías, ya que el continuo deterioro de estas genera cuellos de botella en la producción.

Verificar continuamente los tiempos de operación, para evitar demoras innecesarias y repetitivas.

Levantar y organizar la información referente a maquinaria, equipos y herramientas con las que se cuenta en la operación de la mina, para así tener a la mano información adecuada y oportuna al momento de aumentar la producción o abrir nuevos frentes de trabajo; ya que en este momento no existe.

Facilitar otro martillo picador neumático y otra vagoneta, así se podrá disminuir tiempos de operación, aumentar la producción y eliminar los tiempos muertos en el personal.

Buscar la forma de habilitar el servicio de baño dentro de la mina, para así evitar retrasos innecesarios al momento que los trabajadores deban hacer sus necesidades fisiológicas.

Habilitar labores antiguas como nichos o salvavidas en la ruta de transporte de material, para evitar posibles accidentes en la circulación del personal.

3. INFORME TÉCNICO

RESUMEN

La estandarización de métodos y tiempos de operación es un área importante en la industria ya que permite evidenciar los procesos y sus tiempos para posibilitar mejoras en procedimientos u operaciones específicas.

La empresa AGROCOAL S.A.S. es una empresa boyacense dedicada, entre otras, a la extracción y comercialización de carbones bajos y medios volátiles, con explotaciones en Socha y Socotá (Boyacá), Recetor y Chámeza (Casanare). Y con oficina principal en Duitama – Boyacá.

El lugar donde se realizó el estudio es la mina El Mortiño ubicada en el municipio de Socha, esta posee una gran trayectoria, pero prácticas bastante rudimentarias y de pequeña envergadura.

Usando la metodología Deming y teniendo en cuenta las limitaciones y alcances propuestos se estandarizaron los métodos y tiempos actuales de operación en la extracción de mineral, los cuales comprenden las operaciones de arranque, cargue, transporte interno y externo, y descargue en superficie.

Para esto inicialmente se planea el estudio y se documenta sobre aspectos de importancia como lo son las políticas de la empresa y el estado actual del proceso de explotación; luego se desglosa el método actual en procedimientos y actividades, se determinan las operaciones a estudiar y sus elementos constitutivos. Se recoge la información necesaria en campo, donde se hace la toma de tiempos planeada.

Seguidamente se realiza el estudio estadístico de tiempos y se verifica la información inicial con la arrojada en el estudio. Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones que se dan como resultado final.

INTRODUCCIÓN

El trabajo desarrollado como modalidad de práctica empresarial en la empresa AGROCOAL S.A.S., alcanzo el propósito de realizar un estándar de tiempos para las actividades de cada uno de los puestos de trabajo correspondientes a la operación minera en la empresa AGROCOAL S.A.S., en el municipio de Socha, ya que esta no contaba con estudios de tiempos y procesos que contribuyeran a una mejor planificación de la producción y a un mejor desempeño de los trabajadores.

A partir de esta necesidad la propuesta se enfatizó en mejorar el control de tiempos, pues de ello depende el éxito o el fracaso de la empresa, por lo tanto, se fundamentó en bases teóricas, inspecciones, visitas y entrevistas en cada puesto de trabajo, lo que resulto y demostró una producción sin control, en la cual no se conocía con

certeza la cantidad de recursos físicos, financieros y humanos que se deben utilizar, lo que hace de este estudio, necesario para ayudar al control de estas actividades.

En consecución al objetivo principal del proyecto, se establecieron algunos objetivos específicos que ayudaron a lograr la estandarización de los procesos de operación en la producción minera, entre ellos, la estandarización de los procedimientos y tiempos existentes para picado, cague interno, transporte y descargue en superficie.

Para lograr a cabalidad los pilares del proyecto se utilizó un tipo de metodología descriptiva/exploratoria, para conocer la operación e identificar características, comportamientos y falencias de los procesos mineros, se utilizara la herramienta metodológica DEMING (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).

Por lo consiguiente, con este trabajo se conservara un progreso en el cambio interno de su estructura organizacional y el tipo de manufactura, para que la empresa pueda mantenerse al día con el adelanto mundial en tecnología y en avances técnicos, además de obtener información sobre los recursos humanos, físicos y financieros requeridos y utilizados en los procesos de producción minera.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Estandarizar los métodos de operación minera en la empresa AGROCOAL S.A.S., en el municipio de Socha.

Objetivos Específicos.

Recolectar y analizar la información actual de la empresa dentro de las diferentes tareas la operación minera, teniendo en cuenta los requerimientos futuros en cuanto a producción.

Estandarizar los procedimientos y tiempos existentes para picado, cague interno, transporte y descargue en superficie.

Facilitar a la empresa AGROCOAL S.A.S., un Material informativo que optimice la producción actual y futura.

1. ESTADO ACTUAL DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

Únicamente se considera el nivel patio del manto dos (proyectado, antiguo nivel desagüe), ya que fue el lugar seleccionado y en él se encuentran los trabajos y operarios que se eligieron como objeto de estudio; este lugar se escogió como lugar de operación típica en la mina El Mortiño y en este se basa todo el estudio planteado. Esto considerando que en él se encuentran operarios debidamente capacitados, con un tiempo considerable en esta labor y en dicho lugar.

1.1. SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

La explotación se realiza bajo tierra, actualmente por medio de ensanche de tambores (ver plano).

Esto se configura con el avance de los centrales de transporte o inclinados, a partir del cual se avanzan guías de nivel distanciadas 20 m. a partir de las guías de nivel y cada 30 m, se inicia el avance de tambores de desarrollo; delimitando el yacimiento en bloques de 30 m por 20 m, se avanzan los tambores de preparación distanciados finalmente cada 10 m, es decir dos tambores por bloque desarrollado, actividades que se repiten en cada nivel demarcado. Una vez el primer bloque se encuentra preparado se inicia la labor de explotación propiamente dicha (en avance), consiste en el ensanche de los tambores, iniciando en la parte superior y descendientemente hasta llegar a la guía de nivel inferior, dejando como machón de protección de la vía un bloque de 5 m. Cuando se alcance el límite de área se inicia la recuperación, en retroceso, del machón de protección del nivel.⁶

Actualmente se está pensando en cambiar este sistema por un tajo, el cual se implementaría inicialmente en el lugar de estudio, de acuerdo a cómo evolucione el mercado del carbón.

1.1.1. Labores de desarrollo.

Nivel de transporte: Por este nivel se movilizan materiales, equipos, herramientas, personal, mineral y estéril, cuenta con un área libre de 4,2 m², rumbo N 12° E, una longitud total de 312 m y una pendiente positiva de 15%.

Este nivel se encuentra entibado, con madera rolliza de diámetro aproximado de 0,18 m, en algunos lugares posee recubrimiento de madera o metálico, según se requiera, en él se desplaza la carga por medio de vagonetas que soportan una carga de 1 tonelada aproximadamente.

Las vagonetas se movilizan por empuje, el cual realizan los cocheros.

⁶ AGROCOAL S.A.S., P.T.O. expediente 161R

Fotografía 1. Bocamina nivel patio manto 2.



Fuente: Resultado de la investigación.

Inclinado: Posee un área libre de 4,2 m², una inclinación de 26°, longitud de 31 m y rumbo S 74° E.

Fotografía 2. Inclinado de transporte manto 2.



Fuente: Resultado de la investigación

1.1.2. Labores de preparación.

Guía 1 derecha: Con una longitud de 12 m, una sección libre de 4,1 m², una inclinación de 15% y rumbo S 17° W.

Guía 1 izquierda: Tiene una longitud de 8 m, una sección libre de 4,1 m², una inclinación de 15% y rumbo N 17° E.

1.1.3. Sostenimiento.

Es pasivo, con entibación en puerta alemana de diente sencillo, realizada con madera de por lo menos 0,18 m de diámetro y con las siguientes dimensiones promedio: longitud libre de capiz 1,4 m; separación libre en la base 2,8 m y espaciamiento entre puertas 1,5 m.

Fotografía 3. Elementos de sostenimiento nivel patio manto 2.



Fuente: Resultado de la investigación

1.1.4. Ventilación.

Se utiliza ventilación auxiliar.

1.1.5. Desagüe.

Se realiza canalización al lado derecho de todas las labores, algunas secciones del túnel de transporte poseen cubierta de teja metálica para dirigir las aguas de

escorrentía a la cuneta; posteriormente se recoge el agua en la parte inferior del inclinado y se bombea a superficie.

Fotografía 4. Desagüe nivel patio manto 2.



Fuente: Resultado de la investigación

1.2. MATERIALES E INSUMOS

Madera, plásticos, calvos canales de PVC, cables, soldadura, lubricantes, combustibles y material de ferretería, entre otros.

1.3. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Martillos, esmeril, multidetector, picos, serruchos, palas, llaves, pulsadores, vagonetas, equipo de soldadura, malacates, ventiladores, bombas, transformador, lámparas, cargador de lámparas, compresor, entre otros.

En las fotografías 5-10 se pueden observar algunos de los equipos utilizados en proceso de laboreo minero, es importante resaltar que la mayoría de estos equipos son elaborados en el mismo patio de la mina en el taller mecánico, por lo tanto no poseen una ficha técnica, ni una identificación adecuada; lo que hace importante para este trabajo realizar una adecuada identificación de materiales, herramientas y equipos.

Esta identificación se puede ver detallada en el anexo A y B, donde se observan identificados y codificados cada uno de los equipos y herramientas.

Fotografía 5. Compresor mina el mortíoño.



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 6. Malacate interno nivel patio manto 2.



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 7. Vagonetas nivel patio manto 2.



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 8. Malacate externo nivel patio manto 2.



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 9. Lámparas mina el mortiño.



Fuente: Resultado de la investigación

Fotografía 10. Cargador de lámparas mina el mortiño.



Fuente: Resultado de la investigación

2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO UTILIZADO

Para poder realizar de forma adecuada el estudio de tiempos y generar un estándar de producción aceptable es necesario conocer claramente los procedimientos para la operación minera, por lo tanto en la planificación del estudio de campo se hace necesario buscar información sobre la descripción de estos procedimientos en la empresa, ya sea en documentos o en entrevistas con personas que posean experiencia en la ejecución de dichos procedimientos.

Inicialmente se identifican los procedimientos rutinarios para la operación minera.

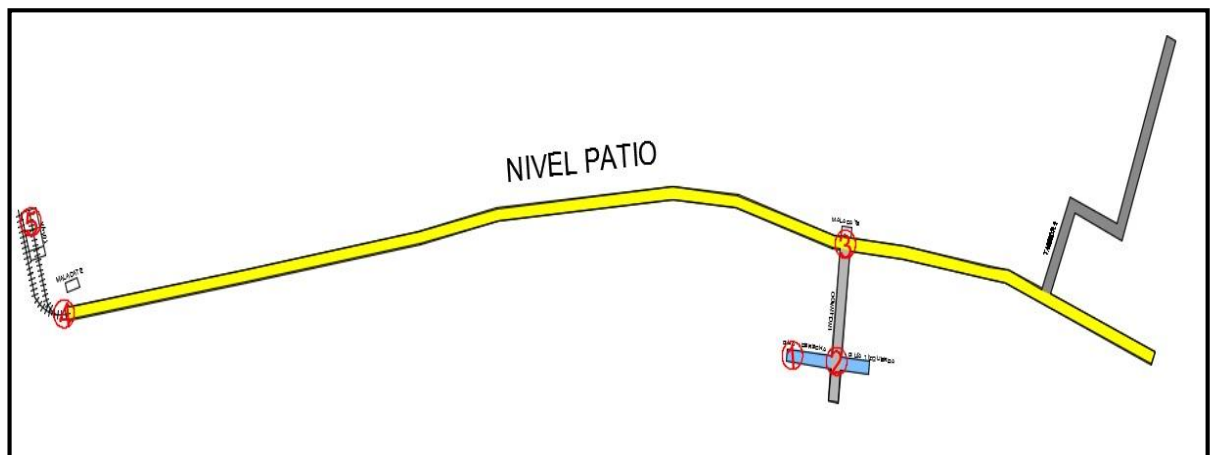
Cuadro 2. Identificación de procedimientos.

ITEM	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Arranque y cargue del material	Supervisor del frente Picadores del frente	Arrancar el material del frente de explotación, recopilarlo y cargarlo en una vagoneta.
2	Transporte interno	Supervisor del frente Cocheo del frente	Acción de movilizar correctamente la vagoneta desde el lugar de cargue interno hasta la superficie.
3	Transporte externo y descargue en tolva	Supervisor del frente Cocheo del frente	Acción de usar correctamente el malacate de la tolva y descargar la carga de la vagoneta.

Fuente: Resultado de la investigación.

Luego debemos identificar los puntos de transferencia de un procedimiento a otro:

Figura 3. Puntos de transferencia entre procedimientos.



Fuente: Resultado de la investigación.

Cuadro 3. Puntos de transferencia entre procedimientos.

PUNTO	DESCRIPCIÓN
1	Frente de arranque del material
2	Intersección de la guía 1 y el inclinado de transporte, lugar de cargue de la vagoneta
3	Zona de giro de la vagoneta y donde se desengancha del malacate interno
4	Bocamina, lugar donde acaba el transporte interno, se engancha el malacate de la tolva e inicia el transporte externo.
5	Tolva, lugar de descarga del material

Fuente: Resultado de la investigación.

2.1. PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE Y CARGUE DEL MATERIAL⁷

Definición: Arrancar el material del frente de explotación, recopilarlo y cargarlo en una vagoneta.

Alcance: Inicia con la revisión del frente, el arranque y la recolección del material, luego acumularlo y termina con el cargue de la vagoneta.

Objetivo: Describir los pasos para realizar el arranque técnico de mineral con el martillo picador en frentes, para el cargue y movilización de una vagoneta, basado en las normas de seguridad establecidas.

Normas de seguridad:

- Portar y utilizar los elementos de seguridad personal
- Verificar el frente de explotación
- Revisar el buen estado del sostenimiento
- Realizar desabombe
- Verificar que la ventilación sea la adecuada
- Transportar y utilizar el martillo picador de forma adecuada
- Obedecer la señalización existente en la mina
- Verificar periódicamente el estado del martillo picador
- Verificar periódicamente la carga de la vagoneta

Riesgos asociados:

- Locativo por trabajo en espacio confinado.
- Físicoquímico por posible explosión provocada por la acumulación de gases.
- Psicosocial por aislamiento.

⁷ AGROCOAL S.A.S., Procedimiento de trabajo seguro para arranque de mineral con martillo picador. 2014.

- Físico por vibraciones provocadas por la operación del martillo.
- Iluminación en bajas proporciones.
- Químico por inhalación de material particulado (polvo de carbón y estéril).
- Ergonómico por posturas inadecuadas y sobre carga física de trabajo.
- Ruido superior al tono normal de conversación.
- Mecánico por proyecciones de material y por el uso de equipos y herramientas.
- Eléctrico por terreno húmedo que puede facilitar la conducción de la electricidad.

Elementos de seguridad:

- Lámpara de batería
- Botas de seguridad
- Overol con reflectivos en buen estado
- Guantes
- Casco
- Mascarilla para polvos
- Protectores auditivos
- Gafas de seguridad
- Reata o correa de seguridad

Equipos y herramientas utilizadas:

- Martillo picador
- Pala cuadrada
- Tablas de madera
- Barra metálica
- Carretilla

Responsables:

- Picador del frente
- Envasador del frente
- Ingeniero interventor
- Supervisor del frente
- Coordinador SySO

Descripción de pasos a seguir:

- Inspeccionar el frente de explotación
- Desabombar el frente de explotación si es necesario
- Instalar el martillo picador

- Realizar el arranque técnico de mineral con el martillo picador
- Cambiar la muela del martillo picador si se rompe (ocasional)
- Apilar el material arrancado
- Cargar el material en la carretilla
- Disponer material
- Cargar vagoneta
- Instalar maderos

Documentos de soporte:

Reglamento de trabajo.

Manual de procedimientos seguros.

Flujograma y descripción del procedimiento

(Ver anexo C.1).

2.2. PROCEDIMIENTO DE TRANSPORTE INTERNO⁸

Definición: Acción de movilizar correctamente la vagoneta desde el lugar de cargue interno hasta la superficie.

Alcance: Inicia con la preparación del sitio y de la maquina a utilizar y continua con la correcta operación de la misma.

Objetivo: Describir los pasos a seguir para la movilización de la vagoneta.

Normas de seguridad:

- Portar y utilizar los elementos de seguridad personal
- Verificar el frente de trabajo
- Verificar que la ventilación sea la adecuada
- Transportar y utilizar herramientas de forma adecuada
- Obedecer la señalización existente en la mina
- Verificar periódicamente el estado del techo y los respaldos
- Evitar usar herramientas que estén defectuosas
- No levantar objetos ni materiales demasiado pesados, en este caso pedir ayuda
- Cuando se levanten objetos pesados hay que estar seguros de encontrarse bien apoyados
- Dar aviso sobre el trabajo que se realiza

⁸ AGROCOAL S.A.S., Procedimiento de trabajo seguro para operación del malacate. 2014.

- Cuando la maquina esté en funcionamiento es necesario observar si existe ruido, vibraciones y calentamiento de la misma
- Compruebe que el cable este correctamente sobre la rueda o tracción
- Compruebe el correcto ajuste de los frenos
- Revise indicador de distancia y accionador, que estos estén en correcto funcionamiento
- Inspeccione el correcto funcionamiento de todos los controles de accionamiento
- Revisar el nivel de aceite en la caja de engranajes y llene este si es necesario
- Asegure del correcto ajuste de las guardas
- Asegure que todos los puntos de engrase estén lubricados

Riesgos asociados:

- Locativo por trabajo en espacio confinado.
- Fisicoquímico por posible explosión provocada por la acumulación de gases.
- Psicosocial por aislamiento.
- Iluminación en bajas proporciones.
- Químico por inhalación de material particulado (polvo de carbón y estéril).
- Ergonómico por posturas inadecuadas y sobre carga física de trabajo.
- Ruido superior al tono normal de conversación.
- Mecánico por proyecciones de material y por el uso de equipos y herramientas.
- Eléctrico por terreno húmedo que puede facilitar la conducción de la electricidad.

Elementos de seguridad:

- Lámpara de batería
- Botas de seguridad
- Overol con reflectivos en buen estado
- Guantes
- Casco
- Mascarilla para polvos
- Protectores auditivos
- Gafas de seguridad
- Reata o correa de seguridad

Equipos y herramientas utilizadas:

- Malacate
- Vagoneta

Responsables:

- Supervisor del frente
- Malacatero del frente
- Cochero del frente
- Ingeniero auditor
- Coordinador SySO

Descripción de pasos a seguir:

- Energizar el sistema
- Liberar el freno del tambor
- Arrastrar lentamente la carga
- Detener el Malacate
- Desenganchar la carga
- Girar la vagoneta en el sentido de la vía
- Subir la vagoneta sobre los rieles
- Empujar la vagoneta por la vía
- Frenar la vagoneta al llegar a la bocamina

Documentos de soporte:

Reglamento de trabajo.
Manual de procedimientos seguros.

Flujograma y descripción del procedimiento

(Ver anexo C.2).

2.3. PROCEDIMIENTO DE TRANSPORTE EXTERNO Y DESCARGUE EN TOLVA⁹

Definición: Acción de usar correctamente el malacate de la tolva y descargar la carga de la vagoneta.

Alcance: Inicia con la preparación del sitio y de la maquina a utilizar y continua con la correcta operación de la misma y finaliza con la descarga del material dentro de la tolva.

Objetivo: Describir los pasos a seguir para la operación del malacate y la descarga del material en la tolva.

⁹ AGROCOAL S.A.S., Procedimiento de trabajo seguro para operación del malacate. 2014.

Normas de seguridad:

- Portar y utilizar los elementos de seguridad personal
- Verificar el frente de trabajo
- Verificar que la ventilación sea la adecuada
- Transportar y utilizar herramientas de forma adecuada
- Obedecer la señalización existente en la mina
- Verificar periódicamente el estado del techo y los respaldos
- Evitar usar herramientas que estén defectuosas
- No levantar objetos ni materiales demasiado pesados, en este caso pedir ayuda
- Cuando se levanten objetos pesados hay que estar seguros de encontrarse bien apoyados
- Dar aviso sobre el trabajo que se realiza
- Cuando la maquina esté en funcionamiento es necesario observar si existe ruido, vibraciones y calentamiento de la misma
- Compruebe que el cable este correctamente sobre la rueda o tracción
- Compruebe el correcto ajuste de los frenos
- Revise indicador de distancia y accionador, que estos estén en correcto funcionamiento
- Inspeccione el correcto funcionamiento de todos los controles de accionamiento
- Revisar el nivel de aceite en la caja de engranajes y llene este si es necesario
- Asegure del correcto ajuste de las guardas
- Asegure que todos los puntos de engrase estén lubricados

Riesgos asociados:

- Locativo por trabajo en espacio confinado.
- Fisicoquímico por posible explosión provocada por la acumulación de gases.
- Psicosocial por aislamiento.
- Iluminación en bajas proporciones.
- Químico por inhalación de material particulado (polvo de carbón y estéril).
- Ergonómico por posturas inadecuadas y sobre carga física de trabajo.
- Ruido superior al tono normal de conversación.
- Mecánico por proyecciones de material y por el uso de equipos y herramientas.
- Eléctrico por terreno húmedo que puede facilitar la conducción de la electricidad.

Elementos de seguridad:

- Lámpara de batería

- Botas de seguridad
- Overol con reflectivos en buen estado
- Guantes
- Casco
- Mascarilla para polvos
- Protectores auditivos
- Gafas de seguridad
- Reata o correa de seguridad

Equipos y herramientas utilizadas:

- Malacate

Responsables:

- Supervisor del frente
- Malacatero del frente
- Ingeniero auditor
- Coordinador SySO

Descripción de pasos a seguir:

- Energizar el sistema
- Desacoplar el embrague del tambor
- Enganchar la carga
- Acoplar el embrague
- Liberar el freno del tambor
- Arrastrar lentamente la carga
- Detener el Malacate
- Subir a la tolva
- Abrir las puertas de la vagoneta
- Vaciar la vagoneta

Documentos de soporte:

Reglamento de trabajo.

Manual de procedimientos seguros.

Flujograma y descripción del procedimiento

(Ver anexo C.3).

3. DETERMINACIÓN DE LAS OPERACIONES PARA EL ESTUDIO

Cuadro 4. Determinación de las operaciones para la extracción de material.

DETERMINACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL						
OPERACIÓN: ARRANCAR MATERIAL DEL FRENTE (la medida a estudiar avance lineal: 0,2 m)						
Operación dividida en elementos	Inicio de la operación	Descripción de la operación	Terminación de la operación	Maquinaria y equipos	Personal involucrado	Epp's
Inspeccionar el frente de explotación	El picador llega al lugar de trabajo	Se realiza una inspección visual de las condiciones de seguridad del entorno, en caso de riesgo de caída de rocas o material se procede a retirarlo.	Cuando el picador evalúa que su lugar de trabajo es seguro para realizar su labor	Barra metálica, Martillo picador	Supervisor del frente, Picador del frente, Envasador del frente, Ingeniero auditor, Coordinador SySO	Casco,
Instalar martillo picador	El picador toma el martillo y la manguera de aire comprimido	Se adapta el martillo picador a la manguera de aire comprimido, se revisa que no haya fugas y que el martillo funcione.	El picador prueba que el martillo funcione			Protectores auditivos,
Arrancar material	El picador se ubica de cara al frente de explotación	Se presiona la roca con el martillo desprendiendo del frente material.	El picador detiene el martillo			Gafas de seguridad,
Verificar el avance	El picador mira su entorno	Se evalúa la cantidad de material arrancado y la longitud de avance efectuado.	El picador se hace a un lado del túnel			Mascarilla para polvos,
						Guantes,
						Botas de seguridad,
						Overol con reflectivos,
						Reata o correa de seguridad,
						Lámpara de batería

Fuente: Resultado de la investigación

Cuadro 4 (Continuación). Determinación de las operaciones para la extracción de material.

OPERACIÓN: APILAR EL MATERIAL (la medida a estudiar es volumen: 0,82 m ³)						
Operación dividida en elementos	Inicio de la operación	Descripción de la operación	Terminación de la operación	Maquinaria y equipos	Personal involucrado	Epp's
Llenar la carretilla	El envasador toma la pala de mano y se ubica frente al material arrancado	Usando la pala de mano se llena la carretilla.	El envasador deja la pala a un lado y la carretilla está llena	Pala cuadrada, Carretilla	Supervisor del frente, Picador del frente, Envasador del frente, Ingeniero auditor, Coordinador SySO	Casco, Protectores auditivos, Gafas de seguridad, Mascarilla para polvos, Guantes, Botas de seguridad, Overol con reflectivos,
Transportar el material	El envasador toma la carretilla	Tomando la carretilla se transporta el material hasta cerca del cruce de la guía y el inclinado y allí se descarga y apila	El envasador descarga el material cerca al cruce de la guía y el inclinado			Reata o correa de seguridad, Lámpara de batería

Fuente: Resultado de la investigación

Cuadro 4 (Continuación). Determinación de las operaciones para la extracción de material.

OPERACIÓN: CARGAR LA VAGONETA (la medida a estudiar es una unidad: vagoneta)						
Operación dividida en elementos	Inicio de la operación	Descripción de la operación	Terminación de la operación	Maquinaria y equipos	Personal involucrado	Epp's
Llenar la vagoneta	El envasador toma la pala de mano y se ubica frente al material apilado	Usando la pala de mano se llena la vagoneta.	El envasador dela la pala a un lado y la vagoneta está llena	Pala cuadrada, Tablas de madera	Supervisor del frente, Picador del frente, Envasador del frente, Ingeniero auditor, Coordinador SySO	Casco, Protectores auditivos, Gafas de seguridad, Mascarilla para polvos, Guantes, Botas de seguridad, Overol con reflectivos,
Instalar los maderos	El envasador toma los maderos	Se instalan tablas de madera en la parte superior de la vagoneta en sentido transversal y se timbra para avisar que ya está lista para subirla por el inclinado.	El envasador presiona el timbre			Reata o correa de seguridad, Lámpara de batería.

Fuente: Resultado de la investigación

Cuadro 4 (Continuación). Determinación de las operaciones para la extracción de material.

OPERACIÓN: SUBIR LA VAGONETA POR EL INCLINADO (la medida a estudiar es una unidad: vagoneta)						
Operación dividida en elementos	Inicio de la operación	Descripción de la operación	Terminación de la operación	Maquinaria y equipos	Personal involucrado	Epp's
Arrastrar la vagoneta	El malacatero energiza el malacate	Se arrastra la vagoneta con ayuda del malacate hasta que llegue al nivel de transporte.	El malacatero detiene el malacate	Malacate, Vagoneta	Supervisor del frente, Malacatero del frente, Cochero del frente, Ingeniero auditor, Coordinador SySO	Casco, Protectores auditivos, Gafas de seguridad, Mascarilla para polvos, Guantes, Botas de seguridad, Overol con reflectivos, Reata o correa de seguridad, Lámpara de batería
Girar la vagoneta	El cocherito desengancha la vagoneta	Se mueve, gira y ubica la vagoneta en el sentido del nivel de transporte	la vagoneta queda en el sentido del nivel de transporte			

Fuente: Resultado de la investigación

Cuadro 4 (Continuación). Determinación de las operaciones para la extracción de material.

OPERACIÓN: SACAR LA VAGONETA A LA BOCAMINA (la medida a estudiar es una unidad: vagoneta)						
Operación dividida en elementos	Inicio de la operación	Descripción de la operación	Terminación de la operación	Maquinaria y equipos	Personal involucrado	Epp's
Subir la vagoneta a los rieles	El cochero se ubica en la parte posterior de la vagoneta	Se empuja y se dirige la vagoneta para que suba sobre los rieles.	La vagoneta sube a los rieles	Vagoneta	Supervisor del frente, Malacatero del frente, Cochero del frente, Ingeniero auditor, Coordinador SySO	Casco, Protectores auditivos, Gafas de seguridad, Mascarilla para polvos, Guantes, Botas de seguridad, Overol con reflectivos,Reata o correa de seguridad, Lámpara de batería
Empujar la vagoneta	El cochero inicia el desplazamiento por el nivel	Se empuja la vagoneta hasta llegar a la bocamina, luego se gira la vagoneta en dirección a la tolva y se frena la vagoneta.	El cochero detiene el movimiento de la vagoneta fuera de la mina			

Fuente: Resultado de la investigación

Cuadro 4 (Continuación). Determinación de las operaciones para la extracción de material.

OPERACIÓN: SUBIR LA VAGONETA A LA TOLVA (la medida a estudiar es una unidad: vagoneta)						
Operación dividida en elementos	Inicio de la operación	Descripción de la operación	Terminación de la operación	Maquinaria y equipos	Personal involucrado	Epp's
Enganchar la vagoneta	El malacatero toma el cable del malacate	Se arrastra la vagoneta con ayuda del malacate hasta que llegue al depósito del material en la tolva.	El malacatero ingresa a la caseta del malacate	Malacate, Vagoneta	Supervisor del frente, Malacatero del frente, Ingeniero auditor, Coordinador SySO	Casco, Protectores auditivos, Gafas de seguridad, Mascarilla para polvos, Guantes,
Arrastrar la vagoneta	El malacatero energiza el malacate	Se arrastra la vagoneta con ayuda del malacate hasta que llegue al depósito del material en la tolva.	El malacatero detiene el malacate			Botas de seguridad, Overol con reflectivos, Reata o correa de seguridad, Lámpara de batería

Fuente: Resultado de la investigación

Cuadro 4 (Continuación). Determinación de las operaciones para la extracción de material.

OPERACIÓN: DESCARGAR LA VAGONETA EN LA TOLVA (la medida a estudiar es una unidad: vagoneta)						
Operación dividida en elementos	Inicio de la operación	Descripción de la operación	Terminación de la operación	Maquinaria y equipos	Personal involucrado	Epp's
Subir a la tolva	El malacatero sale de la caseta del malacate	Se sube a lo alto de la tolva por el lugar adecuado	El malacatero se encuentra al lado de la vagoneta	Malacate, Vagoneta	Supervisor del frente, Malacatero del frente, Ingeniero auditor, Coordinador SySO	Casco, Protectores auditivos, Gafas de seguridad, Mascarilla para polvos, Guantes, Botas de seguridad, Overol con reflectivos, Reata o correa de seguridad, Lámpara de batería
Descargar la vagoneta	El malacatero abre las puertas de la vagoneta	Se descarga el material que se encuentra en la vagoneta, parte cae por gravedad y otro se empuja fuera de la vagoneta	El malacatero sale de la vagoneta			

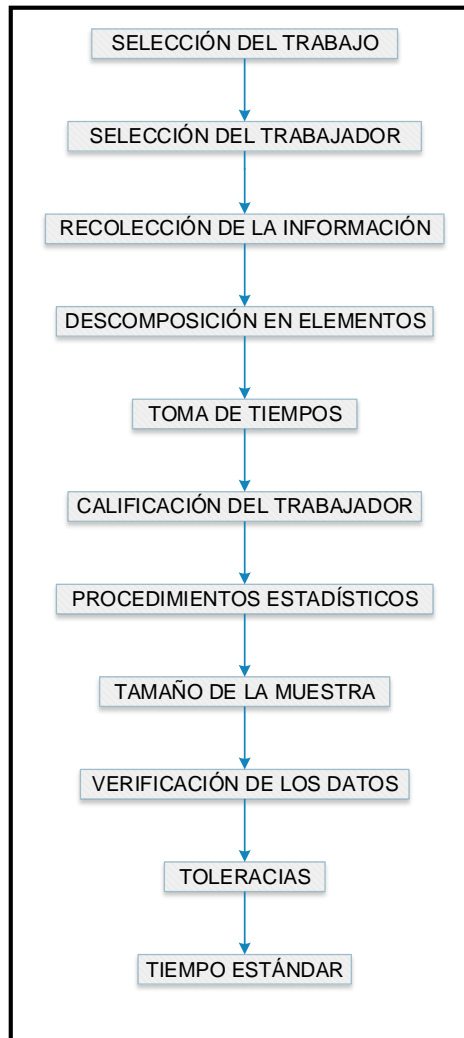
Fuente: Resultado de la investigación

4. ESTUDIO DE TIEMPOS

Como parte fundamental e inicial en la normalización y estandarización del proceso de extracción de material, se debe ejecutar el mejor manejo en el estudio de tiempos.


Por lo tanto en el desarrollo del proyecto y sus ejes temáticos, fue fundamental adoptar el formulario para la toma de datos, postulado por el estadounidense Fred Meyers, en el cual se explica paso a paso la ejecución y secuencia adecuada para estudio de tiempos.

Figura 4. Pasos secuenciales del estudio de tiempos.



Fuente: MEYERS, Fred. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Edición 3. 2006. Pág. 70.

Cuadro 5. Formato estudio de tiempos.

 HOJA DE TRABAJO ESTUDIO DE TIEMPOS															CON RETROCESO					
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN: 1															CONTINUO					
NUMERO DE PARTES 2		NUMERO DE OPERACIÓN 3		DIBUJO PLANO 4			NOMBRE DE LA MAQUINA 5			NUMERO DE LA MAQUINA 6			¿CALIDAD AFECTADA? 7							
NOMBRE DEL OPERARIO 7		MESES EN EL PUESTO 8		DEPARTAMENTO 9			NUMERO HERRAMINTAS 10			ALIMEN. Y VEL. 11		¿AJUSTE CORRECTO DE LA MAQUINA? 14								
DESCRIPCION DE LA PIEZA				ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES				ELEM. DE PROTECCIÓN PERSONAL 12			CICLO DE LA MAQUINA 13		NOTAS:							
# DE ELEMENTO	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	LECTURAS										HORA TOTAL / CICLOS	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNITARIO	RANGO	R/X	MAS ALTO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
	R																			
	E																			
	R											18	19	20	21	22	23	24	25	26
	E																			
15	R					17														
	E																			
	R																			
	E																			
	R																			
	E																			
ELEMENTOS EXTRAÑOS 28												NOTAS:		R/X	# CICLOS	MINUTOS TOTALES NORMALES		29		
														0.1	2	TOLERANCIA + %		30		
														0.2	7	MINUTOS ESTANDAR		31		
														0.3	15	HORAS POR UNIDAD		32		
														0.4	27	27	UNIDADES POR HORA		33	
														0.5	42	ESBOZO ESTACION DE TRABAJO		ESBOZO DEL PRODUCTO		
														0.6	61					
														0.7	83					
														0.8	108					
														0.9	138					
INGENIERO: 34		FECHA: 35		1	169	37	38													
APROBADO POR: 36		FECHA:																		

Fuente: Resultado de la investigación.

En cada paso se especifican cada número que aparece en el formulario de tiempos, como podemos ver a continuación:

4.1. SELECCIÓN DEL TRABAJO

Una vez elegido el trabajo que se va a estudiar, se debe reunir la mayor información posible para poder comprender el proceso que se debe llevar a cabo:

- (1) Descripción de la operación: descripción completa de lo que se va a realizar.
- (4) Numero plano.
- (11) Descripción de la pieza, especificación de los materiales.
- (37) Esbozo estación de trabajo.
- (38) Esbozo del producto.

4.2. SELECCIÓN DEL TRABAJADOR

Una vez determinado el proceso, hay que seleccionar el trabajador el cual debe ser un operario promedio que no cumpla con ninguna de las siguientes características:

- EL MÁS RÁPIDO, los otros empleados pueden pensar que se les va a pedir que aceleren el ritmo.
- EL MÁS LENTO, genera datos que no puedes ser de mayor uso para realizar la estandarización de la operación.
- EMPLEADOS CON ACTITUDES NEGATIVAS que afectan el desempeño durante el estudio.

Posteriormente se registran los siguientes datos:

- (7) Nombre del operario.
- (8) Meses en el puesto de trabajo
- (9) Departamento.
- (12) Elementos de protección personal.

4.3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Hacer recolección de la información sobre el trabajo; tal como:

- (2) Numero de partes.
- (3) Numero de operación.
- (5) Nombre de la máquina.

- (6) Número de la maquina: para facilitar el manejo de la información se ha diseñado una base de datos con la ficha técnica de toda la maquinaria que interviene en el proceso. (Anexo B)
- (10) Número de herramientas: para facilitar el manejo de la información se ha diseñado una base de datos a la mano con el inventario en la cual se puede observar todas las herramientas que interviene en el proceso.(Anexo A)
- (13),(14) Características y calidad de la maquina

4.4. DESCOMPOSICIÓN EN ELEMENTOS

Las razones para dividir el trabajo en elementos son las siguientes:

- Facilitar la descripción del trabajo.
- Los elementos de cada operación tienen ritmos diferentes.
- La división del trabajo permite trasladar una parte a otro operador (esto se conoce como balanceo de línea).
- Los datos estándar pueden ser más precisos y de aplicación más universal con elementos pequeños.

En el formulario de estudio de tiempos se encuentran 3 columnas para los elementos:

- (15) Número del elemento
- (16) Descripción del elemento
- (28) Elementos extraños

4.5. TOMA DE TIEMPOS

- (17) lecturas; las lecturas o toma de tiempos de cada elemento se puede manejar de dos maneras:

Continuo: Es la técnica más utilizada, el cronometro se deja en operación durante la duración del estudio y se registran los tiempos de terminación de cada elemento con respecto al valor que se muestra en el cronometro, esta casilla hace lugar en la tabla con la letra R.

Con retroceso a cero: es la técnica en la cual al terminar un elemento se registra el valor que muestra el cronometro y se restablece de inmediato a cero para cronometrar el siguiente elemento, esta casilla hace lugar en la tabla con la letra E.

Los resultados de la toma de tiempos que se realizó en la empresa AGROCOAL S.A.S. se presentan el anexo C.

4.6. CALIFICACIÓN DEL TRABAJADOR

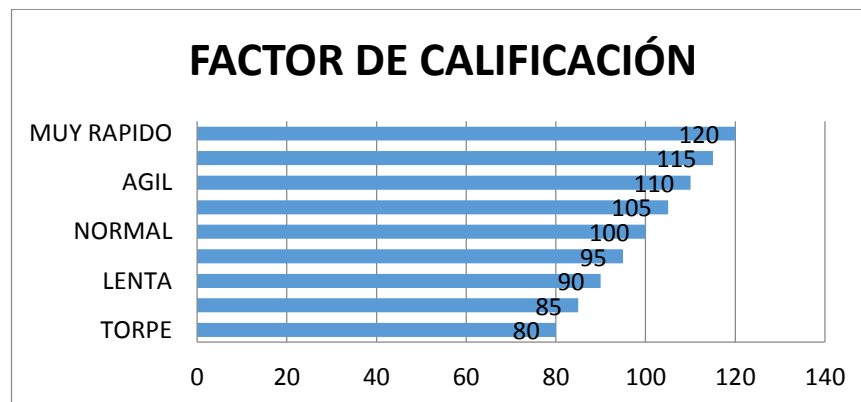
- (20) % R: Factor de calificación, para hallar el tiempo normal se debe calificar la actuación del operario, por lo tanto se diseñó para la empresa, la siguiente tabla de valoración.

Cuadro 6. Factor de calificación.

FACTOR DE CALIFICACIÓN	
Escala	Descripción
80	Torpe
85	Muy lenta
90	Lenta
95	Un poco lenta
100	Normal
105	Un poco ágil
110	Ágil
115	Rápido
120	Muy rápido

Fuente: Resultado de la investigación

Figura 5. Factor de calificación.



Fuente: Resultado de la investigación

4.7. PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS

- (18) Total/Ciclos: hace referencia al tiempo total cronometrado del estudio de tiempos para cada elemento.
- (19) Promedio: El tiempo promedio es el resultado de dividir el tiempo total entre el número de ciclos realizados.

$$Tiempo\ promedio = \frac{Total/Ciclos}{\# de\ ciclos\ realizados}$$

- (21) Tiempo normal: se define como el tiempo que se tarda un operario normal trabajando a un ritmo cómodo en producir una unidad, y se calcula de la siguiente manera:

$$Tiempo\ normal = \frac{\% Factor\ de\ calificacion}{100} \times Tiempo\ promedio$$

- (22) Frecuencia: indica cuantas veces se lleva a cabo una tarea en cada elemento, se representa en forma de fracción.
- (23) Tiempo normal unitario: es el tiempo unitario por elemento, este es diferente al Tiempo normal cuando en la casilla de frecuencia hay un valor distinto a 1 y se calcula de la siguiente manera.

$$Tiempo\ normal\ unitario = Tiempo\ normal \times Frecuencia$$

4.8. TAMAÑO DE LA MUESTRA

La precisión del estudio de tiempos depende del número de ciclos cronometrados, cuanto más se estudien más preciso será el estudio, por lo cual se ha realizado una tabla en la cual se podrá conocer el tamaño aproximado por elemento.

De manera que cada trabajo está dividido en elementos y cada uno de ellos son independientes, por lo que se tendrá que examinar el mayor de ellos, para poder calcular el tamaño de la muestra.

Las siguientes casillas del formulario del estudio de tiempos sirven para calcular el número de ciclos necesarios.

- (24) Rango: es el valor que se obtiene de la resta del mayor dato obtenido y el menor de cada elemento en la toma de tiempos cronometrados.

$$Rango = Mas\ alto - Mas\ bajo$$

- (25) R / X: más conocido como factor, es el valor que nos indica el número de ciclos a realizar, y se debe buscar en la tabla de tamaño de muestra calculándolo de la siguiente manera:

$$\frac{R}{X} = \frac{Rango}{Tiempo\ promedio}$$

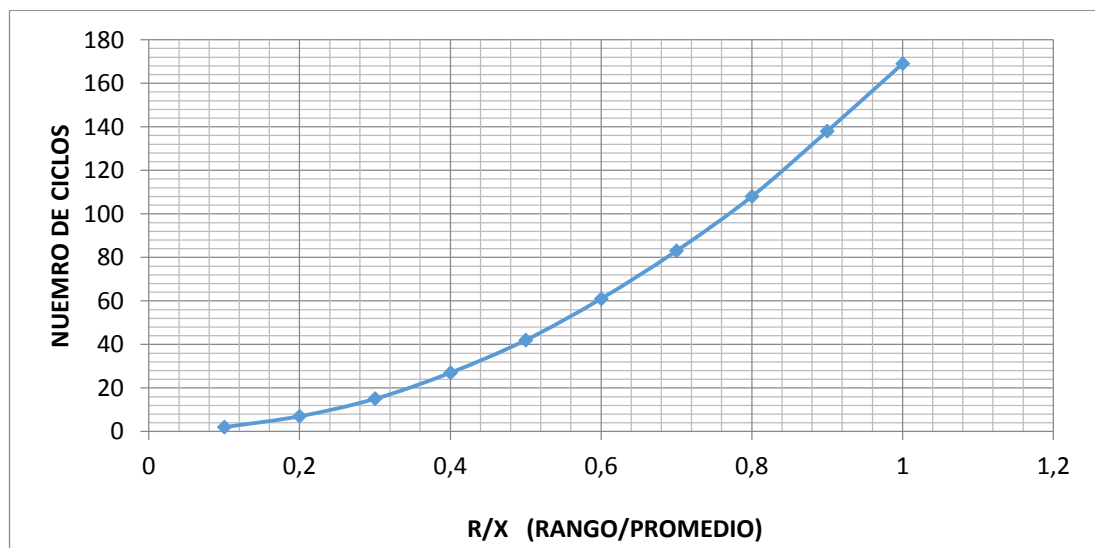
- (26) Más alto: es el mayor dato obtenido en la toma de tiempos de cada elemento (el mayor tiempo).
- (27) Tabla tamaño de muestra:

Cuadro 7. Tamaño de muestra.

CURVA DE CICLOS (Para una precisión de 95% a $\pm 5\%$)		
TAMAÑO MUESTRA (RANGO/PROMEDIO)	R/X	# CICLOS
	0.1	2
	0.2	7
	0.3	15
	0.4	27
	0.5	42
	0.6	61
	0.7	83
	0.8	108
	0.9	138
	1	169

Fuente: MEYERS, Fred E. Estudio de métodos y tiempos para la manufactura esbelta. 3º edición. Prentice Hall. 1983. pág. 71.

Figura 6. Curva de ciclos.



Fuente: Resultado de la investigación

4.9. VERIFICACIÓN DE LOS DATOS

Una vez realizados los cálculos correspondientes al estudio de tiempos, se verifica la información recolectada; para confirmar que los datos obtenidos sean coherentes con los datos de los elementos, como es el promedio de cada uno y la unidad de medida operada.

4.10. TOLERANCIAS

Las tolerancias son el tiempo añadido al tiempo normal para hacer que el tiempo estándar sea práctico y alcanzable. Ningún gerente o supervisor espera que sus empleados trabajen todos los minutos de cada hora, las tolerancias se clasifican en tres categorías.¹⁰

Tolerancia personal: Es aquel tiempo que se le concede a un empleado para cuestiones personales.

Se han definido algunos tiempos aceptables que el trabajador se puede tomar durante su jornada laboral, de las cuales se ha calculado su porcentaje de tolerancia así:

- **Tiempo de merienda:** espacio para tomar refrigerio, corresponde a 15 minutos de la jornada laboral y es un 3,2%.
- **Tiempo de aseo:** espacio para que cada operario se asee antes de salir para su casa, correspondiente a 15 min antes de terminar su labor y tiene un valor de 3,2% de tolerancia.
- **Tiempo por pausas activas:** dos espacios de 5 minutos cada uno durante el turno, “Las pausas activas o gimnasia laboral son ejercicios físicos y mentales que realiza un trabajador por corto tiempo durante la jornada con el fin de revitalizar la energía corporal y refrescar la mente”¹¹; corresponde a 2.1% de tolerancia.

Cuadro 8. Porcentaje de tolerancia personal.

TOLERANCIA PERSONAL	
Tiempo	Porcentaje

¹⁰ MEYERS, Fred E. Estudio de métodos y tiempos para la manufactura esbelta. 3º edición. Prentice Hall. 1983. pág. 153.

¹¹ LANDINEZ, Nancy. La importancia de las pausas activas. Coordinadora del Laboratorio Corporal Humano de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia. Enero 2012.

Merienda	3,2
Aseo	3,2
Pausas activas	2,1
TOTAL	8,5

Fuente: Resultado de la investigación.

$$\% \text{ Tolerancia} = \left(\frac{\text{Duración de las pausas}}{\text{Duración de la jornada laboral} - \text{Duración de las pausas}} \right) * 100$$

Tolerancia por fatiga: Es el tiempo que se concede a un empleado para que se recupere del cansancio.

En la actualidad, la mayoría de los operarios hacen trabajos de poca fatiga física, si un empleado aplica menos de 10 Lb (5kg) de esfuerzo durante la realización de su trabajo, entonces es normal una tolerancia por fatiga del 5%, pero se acepta un incremento del 5% en la tolerancia por fatiga por cada aumento de 10 Lb en el esfuerzo del operario¹²; por lo tanto se presenta a continuación la siguiente ilustración grafica para la mejor interpretación de lo anteriormente mencionado:

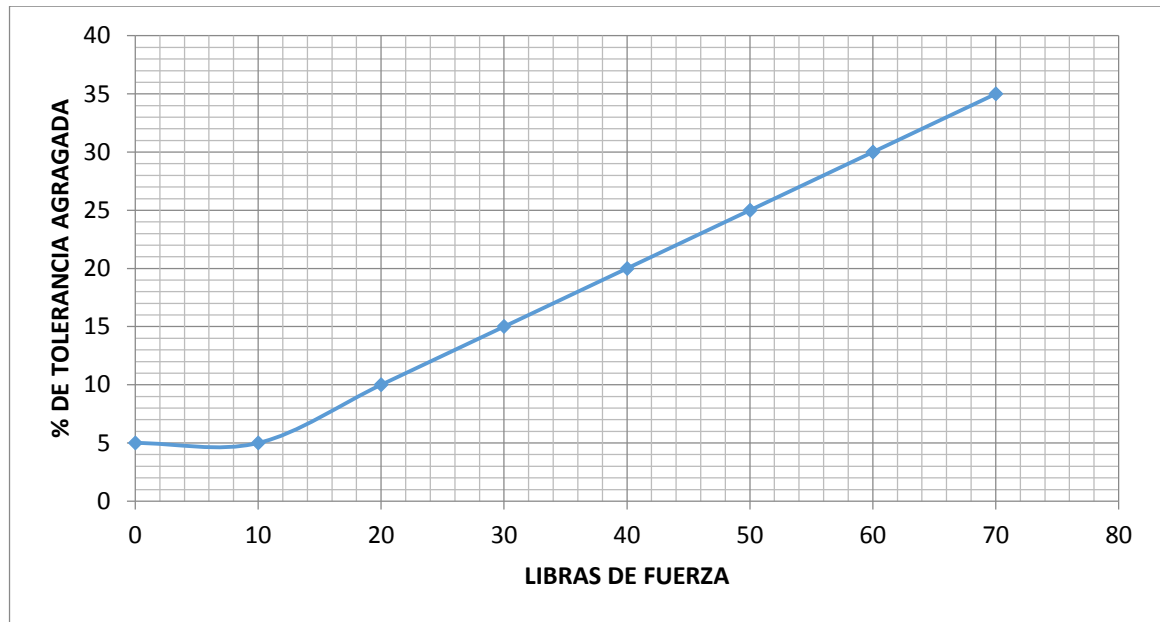
Cuadro 9. Curva de tolerancia por fatiga.

TOLERANCIA POR FATIGA	
Libras	% Tolerancia
0	5
10	5
20	10
30	15
40	20
50	25
60	30
70	35

Fuente: Resultadao de la investigación.

¹² MEYERS, Fred E. Estudio de métodos y tiempos para la manufactura esbelta. 3º Edición. Prentice Hall. 1983. pág. 171.

Figura 7. Curva de tolerancia por fatiga.



Fuente: MEYERS, Fred E. Estudio de métodos y tiempos para la manufactura esbelta. 3º edición. Prentice Hall. 1983. pág. 83.

Ahora definimos el peso que cada operario soporta en cada operación.

Cuadro 10. Esfuerzo aplicado en cada operación.

OPERACIÓN	FUERZA lbf
Arranque	18,7
Apilado	19,7
Cargue	22
Malacateada interna	N.A.
Transporte	78,3
Malacateada externa	N.A.
Descargue	N.A.

Fuente: Resultado de la investigación.

Cabe resaltar que para calcular la fuerza aplicada a la acción de empujar la vagoneta o la carretilla se tuvo en cuenta que según estudios de la empresa Ergonomía Ocupacional S.A. la fuerza necesaria para acarrear 100 kg de peso en un coche es de 17-21 kgf¹³, para lo cual tomamos la mayor por las características del entorno de trabajo.

¹³ <http://www.ergocupacional.com/4910/20797.html>

Con estos datos se procede a calcular el porcentaje de tolerancia por sobre carga de peso.

$$\% \text{ Tolerancia por fatiga} = 5 + \left\{ \left[\frac{(\text{peso} - 10)}{10} \right] * 5 \right\}$$

Cuadro 11. Porcentaje de tolerancia por fatiga en cada operación.

TOLERANCIA POR FATIGA	
Operación	Porcentaje
Arranque	9,7
Apilado	9,9
Cargue	11
Malacateada interna	N.A.
Transporte	39,2
Malacateada externa	N.A.
Descargue	N.A.

Fuente: Resultado de la investigación

Tolerancia por retrasos: Tiempo perdido debido a situaciones fuera del control del operario.

Se han definido algunos tiempos aceptables para retrasar el trabajo durante la jornada laboral, de las cuales se ha calculado su porcentaje de tolerancia así:

- **Tiempo de recibir instrucciones y herramienta:** se ha definido para la empresa un 6,7% del turno de trabajo, es decir, 30 minutos por turno.
- **Tiempo de limpieza:** espacio para ordenar el lugar de trabajo de cada operario, correspondiente a 6 min antes de terminar su labor y tiene un valor de 1.3% de tolerancia.
- **Tiempo de entrega de herramienta:** se ha definido para la empresa un 3,2% del turno de trabajo, es decir, 15 minutos por turno.
- **Tiempo de desplazamiento:** es el tiempo que tarda el operario en llegar a su lugar de trabajo y en salir de él, se ha definido para la empresa un 1,7% del turno de trabajo, es decir, 8 minutos por turno.

Cuadro 12. Porcentaje de tolerancia por retrasos.

TOLERANCIA POR RETRASOS	
Tiempo	Porcentaje
Instrucciones y herramienta	6,7
Limpieza	1,3
Entrega de herramienta	3,2
Desplazamiento	1,7
TOTAL	12,9

Fuente: Resultado de la investigación

Tolerancia total: es la suma de las tolerancias aplicada a cada operación, con la cual se calculan los tiempos estándar.

Cuadro 13. Porcentaje de tolerancia total por cada operación.

TOLERANCIA TOTAL	
Operación	Porcentaje
Arranque	31,1
Apilado	20,6
Cargue	21,7
Malacateada interna	5,4
Transporte	44,6
Malacateada externa	5,4
Descargue	5,4

Fuente: Resultado de la investigación

Es de resaltar que las tolerancias personales y por retrasos se aplicaron a cada trabajador y no a cada operación, ya que existen trabajadores que realizan más de una operación. En el proceso solo hay 3 trabajadores, distribuidos así.

Cuadro 14. Relación de trabajadores por operación.

Operación	Trabajadores
Arranque	Trabajador 1
Apilado	Trabajador 2
Cargue	
Malacateada interna	Trabajador 3
Transporte	
Malacateada externa	
Descargue	

Fuente: Resultado de la investigación

4.11. TIEMPO ESTÁNDAR

A continuación se presenta una tabla mostrando los resultados obtenidos después del estudio de métodos y tiempos, donde se puede observar claramente los procesos y determinar puntos críticos o de cuidado.

Estos datos estadísticos son muy importantes ya que gracias a estos podemos determinar el comportamiento de la producción y tener control sobre ella.

Cuadro 15. Resultado del estudio de tiempos para el proceso de extracción de mineral.

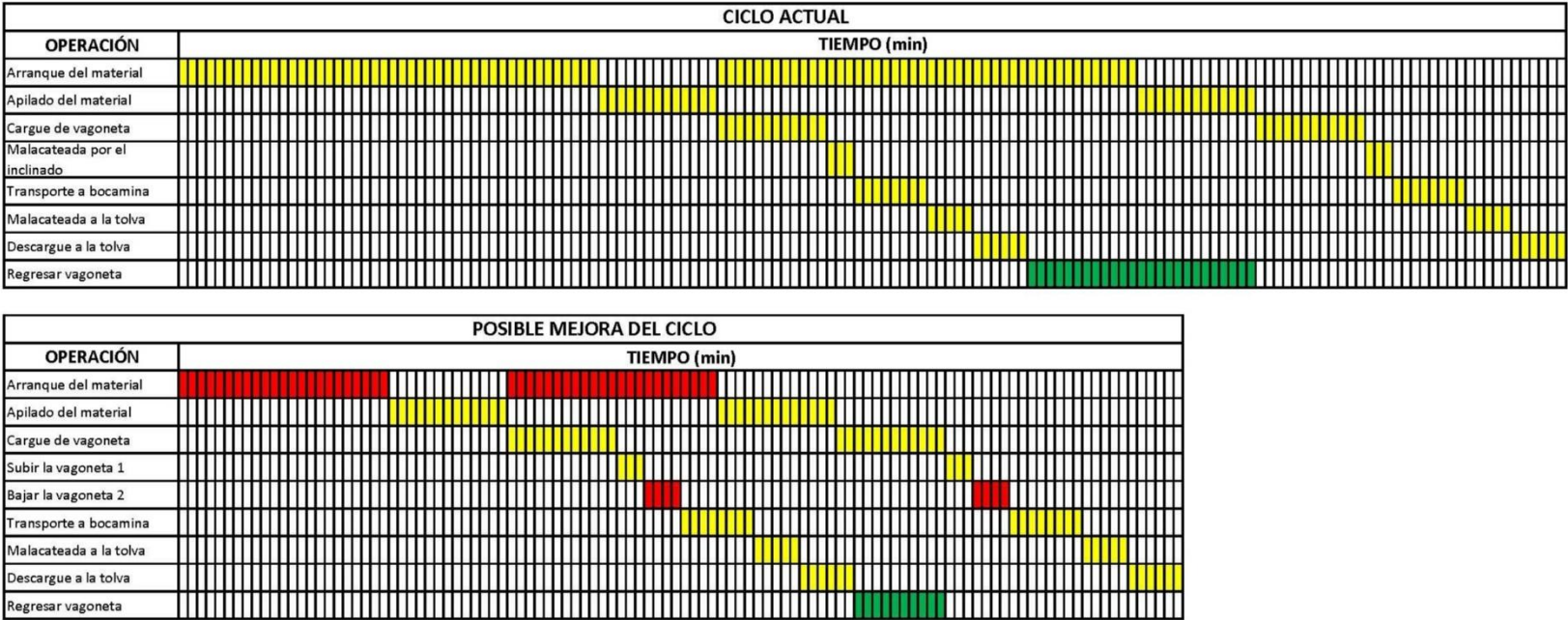
EXTRACCIÓN DE MATERIAL				
Operación	Minutos normales	Minutos estándar	Horas por unidad	Unidades por hora
Arranque del material	45,47	45,78	0,76	1,31
Apilado del material	12,97	13,17	0,22	4,56
Cargue de vagoneta	12,11	12,32	0,21	4,87
Malacateada por el inclinado	3, 4	3,45	0,06	17,37
Transporte a bocamina	7,91	8,36	0,14	7,18
Malacateada a la tolva	5,42	5,47	0,09	10,97
Descargue a la tolva	4,24	4,3	0,07	13,96

Fuente: Resultado de la investigación

Con la siguiente figura se puede comprender más claramente el ciclo y así poder analizar mejor los resultados.

Adicional a esto se presenta un ciclo con una posible optimización, la cual consiste en utilizar dos martillos picadores y dos vagonetas en lugar de uno solo, con esta se puede apreciar la mejora del rendimiento en el ciclo de trabajo y en la producción de la operación.

Figura 8. Resultado del estudio de tiempos para el proceso de extracción de mineral.



Fuente: Resultado de la investigación

Como se ve en la figura 8 se identifica el ciclo actual y se evidencian posibilidades de mejora.

CONCLUSIONES

Según el resultado del estudio la producción actual del frente debería ser de 7 toneladas por turno.

Con el tiempo estándar, para el ciclo completo de operación minera, queda espacio suficiente para instalar los elementos de sostenimiento que se requieran según el avance del turno.

Este estudio contrasta con la producción de 2,6 toneladas diarias (en promedio) durante los 4 meses de la práctica. Y muestra que se están presentando retrasos que están afectando el proceso de extracción de material.

Se ve que existen tiempos muertos para el cochero y el envasador del frente, lo que genera sobre costos y puede generar retrasos en los otros trabajadores.

La operación a la que mayor atención se le debe prestar es la de arranque de mineral, ya que es la operación crítica en el proceso.

A pesar que muchos de los trabajadores han recibido capacitación en el laboreo minero, se evidencia que la operación se realiza de forma generalmente empírica y con recursos limitados, lo que genera retrasos y sobre costos en el proceso final.

El capital humano que labora en el frente estudiado posee muchas ganas de mejorar y la disposición para el cumplimiento de sus labores.

La empresa AGROCOAL S.A.S. cuenta con muy poca información sobre sus procesos y sobre su operación.

Se evidencia la necesidad de controlar los tiempos de operación para mejorar la producción y poder cumplir con efectividad a los clientes.

Existen posibilidades de mejorar el proceso y así incrementar la producción actual, lo que servirá para abrirse a nuevos clientes.

RECOMENDACIONES

Implementar un plan de mantenimiento preventivo para evitar continuas averías en máquinas y equipos, las cuales causan retrasos y generan graves sobrecostos y disminución de la producción.

Generar un programa de seguimiento y control al laboreo minero, ya que en repetidas ocasiones el empirismo ha generado daños a las labores mineras ocasionando demoras e incremento en los costos de producción.

Elaborar un plan de capacitación en laboreo, seguridad y calidad minera, para generar perfiles competentes en una empresa minera en continuo desarrollo.

Dinamizar el programa de refuerzo y mantenimiento de vías, ya que el continuo deterioro de estas genera cuellos de botella en la producción.

Verificar continuamente los tiempos de operación, para evitar demoras innecesarias y repetitivas.

Levantar y organizar la información referente a maquinaria, equipos y herramientas con las que se cuenta en la operación de la mina, para así tener a la mano información adecuada y oportuna al momento de aumentar la producción o abrir nuevos frentes de trabajo; ya que en este momento no existe.

Facilitar otro martillo picador neumático y otra vagoneta, así se podrá disminuir tiempos de operación, aumentar la producción y eliminar los tiempos muertos en el personal.

Buscar la forma de habilitar el servicio de baño dentro de la mina, para así evitar retrasos innecesarios al momento que los trabajadores deban hacer sus necesidades fisiológicas.

Habilitar labores antiguas como nichos o salvavidas en la ruta de transporte de material, para evitar posibles accidentes en la circulación del personal.

BIBLIOGRAFÍA

ARNOLETTO, Eduardo José. Administración de la producción como ventaja competitiva. Mc Graw Hill, Octava edición, Bogotá, 2000.

BARNES, M. R, Estudio de tiempos y movimientos, Aguilar, 3ª Ed, Madrid, 1961.

CHASE, AQUILANO Y JACOBS. Administración de la producción y de operaciones. Colombia. McGraw-Hill, 8ta edición, 2000.

DIAZ, Carlos. Cit. PERNAULT Manuel. Económica comercial. Ed. Ariel. España. 1987.

ECONOMIA 48. Know How: enciclopedia de economía [en línea].

DOMINGUEZ Machuca. José. “Dirección de operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios” McGraw-Hill. 1995.

FONSECA, E., Estudio de tiempos, 2002.

FREDERICK, Teylor. Principios de la administración científica. Edigrama. 2003.

FREDERICK W. Taylor. Estudio de métodos y movimientos. Segunda edición. Pearson educación. Costa Rica. 1899. Pág. 35

GARCÍA Criollo, R. Estudio del trabajo, Vol II. 1ª. Edición. Ed. Mc Graw – Hill, México, 1998.

KRICK, Edward. Ingeniería de métodos. Editorial Limusa. 1987. Pág. 96.

LADRON de Guevara, Laureano. Metodología de la investigación Científica. Ed. Trillas. 1997.

LANDINEZ, Nancy. La importancia de las pausas activas. Coordinadora del Laboratorio Corporal Humano de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia. Enero 2012.

MEYERS, Fred. Título diseño de instalaciones de manufactura. Edición 3. 2006.

MEYERS, Fred E. Estudio de métodos y tiempos para la manufactura esbelta. 3ª edición. Prentice Hall. 1983. pág. 153.

MEYERS, Fred. Estudio de tiempos y movimientos para una manufactura ágil. Edición 6. 2000.

MENDEZ ALVAREZ, Carlos Eduardo. Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación. Edición 3. 2004

NIEBEL, Benjamín W. Manual de laboratorio para ingeniería industrial: estudio de tiempos y movimientos. Edición 11. 2001.

NIEBEL, B., Ingeniería Industrial; Métodos, tiempos y movimientos, 2ª Ed, México, 1980

NEIRA, Alfredo Caso. MEDICION DEL TRABAJO. EDICION 2. FC Editorial, 2006.

SABINO, Carlos A. El proceso de l investigación. Ed. Panamericano. 1992. Bogotá. Pág. 12

Tomado de: Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Publicado por: Project Management Instituto. Cuarta edición. 1986. Pág. 363.

VALENCIA GIRALDO, Asdrúbal. Ejercicio de la ingeniería en Colombia y en el mundo. ACOFI, 1999

VIDAL HOLGUÍN Carlos Julio. Fundamentos de gestión de inventarios. Copyright Tercera Edición. Universidad del Valle – Facultad de Ingeniería. 2005

INFOGRAFÍA

<http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>

http://www.ecoediciones.com/presentacion_ingmetodos.pdf

<http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/t%C3%A9cnicas-de-registro-de-la-informaci%C3%B3n/>

http://www.fchst.unlpam.edu.ar/cartelera/curso_extra/cursogramas_mjcastilla.pdf

<http://www.monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml>

http://www.empleo.com/colombia/mundo_empresarial/la-importancia-de-las-pausas-activas-/9226164

<http://www.gsh.com.co/userfiles/pausas%20activas.pdf>

<http://www.economia48.com/spa/d/know-how/know-how.htm>

http://www.amaceros.com/?page_id=300

<http://codiacero.com/2008/content/blogcategory/42/109/>

<http://www.ergocupacional.com/4910/20797.html>

GLOSARIO

ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN: también llamada Administración o Gerencia de Operaciones (“Operations Management”, OM) puede ser definida como “el diseño, la operación y el mejoramiento de los sistemas de producción que crean los bienes o servicios primarios de la compañía”.

BIMANUAL: también conocido como Diagrama de proceso del operario o diagrama de proceso mano derecha mano izquierda. Este diagrama, es una herramienta más en el estudio de movimientos manuales del operador, en donde se muestran todos los movimientos y reposos realizados por las manos y la relación que existe entre estas al realizar una tarea manual.

COROLARIO: es una proposición que se deduce de lo demostrado con anterioridad, por lo que no requiere de una prueba particular. Se entiende que un corolario es una conclusión obvia o inevitable que se desprende de ciertos antecedentes.

CAPACIDAD: Capacidad productiva máxima de una facilidad, expresada generalmente como volumen de salida por periodo de tiempo.

CUELLO DE BOTELLA: recurso o proceso que disminuye la velocidad o eficiencia de las líneas de producción.

ESTRATEGIA DE MANUFACTURA: es una parte crítica dentro de la estrategia corporativa y del negocio, que comprende un conjunto de objetivos y programas de acción encaminados a asegurar ventajas sostenibles a lo largo del tiempo sobre la competencia. El nivel corporativo es el que define sus fortalezas estratégicas, las cuales se encuentran declaradas en la misión y en la visión de la organización.

ESTUDIO DE TIEMPO: Es una técnica de medición del trabajo que se emplea para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, para analizar los datos, con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea bajo normas establecidas.

ESTANDARIZACIÓN: proceso mediante el cual se realiza una actividad de manera standard o previamente establecida. El término estandarización proviene del término standard, aquel que refiere a un modo o método establecido, aceptado y normalmente seguido para realizar determinado tipo de actividades o funciones

PLANEACIÓN: Se basa en decidir con anticipación qué se debe hacer, cómo hacerlo, dónde hacerlo, quién lo hará y a que costo se hará. Hace posible que

ocurran las cosas de una manera más organizada y con previsión de lo que sucederá.

PLAZO DE OBTENCIÓN: El tiempo que pasa entre pedir y la recepción de mercancías.

PRODUCCIÓN ENFOCADA: Principio de que cada instalación de producción debiera de alguna manera estar especializada para ser menos vulnerable a la competencia.

UNIDAD AGREGADA DE CAPACIDAD: Debe permitir que se conviertan las tasas de producción de diversos productos a una unidad común de medición de la salida.

ANEXOS

ANEXO A: CODIFICACIÓN DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y EPP's

CODIFICACIÓN DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y EPP's





Anexo A. Codificación de equipos, herramientas y epp's.

CÓDIGO	ÍTEM	UNIDAD	GRUPO
001	Malacate de 20 HP	Unidad	Equipo
002	Vagoneta espina de pescado con capacidad 1 Ton	Unidad	Equipo
003	Martillo picador neumático	Unidad	Equipo
004	Carretilla de 145 Kg	Unidad	Equipo
005	Malacate de 30 HP	Unidad	Equipo
006	Barra metálica	Unidad	Herramienta
007	Pala cuadrada de 10 Kg	Unidad	Herramienta
008	Casco	Unidad	Epp
009	Protectores auditivos	Unidad	Epp
010	Gafas de seguridad	Unidad	Epp
011	Mascarilla para polvos	Unidad	Epp
012	Guantes	Unidad	Epp
013	Botas de seguridad	Unidad	Epp
014	Overol con reflectivos	Unidad	Epp
015	Reata o correa de seguridad	Unidad	Epp
016	Lámpara de seguridad	Unidad	Epp

Fuente: Resultado de la investigación



ANEXO B: HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO

Anexo B.1. Ficha técnica del malacate interno.

				Código		001			
				Versión					
				Vigencia					
FICHA TÉCNICA				1					
INFORMACIÓN GENERAL				INFORMACIÓN TÉCNICA					
Nombre		Malacate		Motor				Trifásico	
Marca		Siemens		Potencia				20 HP	
Número de serie				Voltaje		220 V			
Referencia									
Color		Gris metálico							
DATOS DE FABRICANTE									
Origen de fabricante		Socha – Boyacá - Colombia							
Año de compra									
Proveedor									
ACCESORIOS									
				ESTADO GENERAL		FUNCIONAMIENTO			
SERVICIO TÉCNICO				Bueno <input checked="" type="radio"/>		Normal <input checked="" type="radio"/>			
	Interno	Externo	No Existe	Regular <input type="radio"/>		Regular <input type="radio"/>			
Preventivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	MANUAL					
Correctivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	SI <input type="radio"/>		NO <input checked="" type="radio"/>			
Predictivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						
Garantía limitada				Fecha de Inicio					
Mantenimiento gratis				Fecha de Terminación					
FECHA	TIPO DE TRATAMIENT.	CON CARGO A		FECHA PROX. CALIBRACIÓN		OBSERV. Y RECOMEND.			



Fuente: Resultado de la investigación

Anexo B.2. Ficha técnica de la vagoneta.

				Código		002		
				Versión				
				Vigencia				
FICHA TÉCNICA				2				
INFORMACIÓN GENERAL				INFORMACIÓN TÉCNICA				
Nombre		Vagoneta		Peso Vacía		350 Kg		
Marca				Capacidad		750 Kg		
Número de serie								
Referencia								
Color		Verde oscuro						
DATOS DE FABRICANTE								
Origen de fabricante		Socha – Boyacá - Colombia						
Año de compra								
Proveedor								
ACCESORIOS								
				ESTADO GENERAL		FUNCIONAMIENTO		
SERVICIO TÉCNICO				Bueno <input checked="" type="radio"/>		Normal <input checked="" type="radio"/>		
	Interno	Externo	No Existe	Regular <input type="radio"/>		Regular <input type="radio"/>		
Preventivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	MANUAL				
Correctivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	SI <input type="radio"/>		NO <input checked="" type="radio"/>		
Predictivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Garantía limmitada				Fecha de Inicio				
Mantenimiento gratis				Fecha de Terminación				
FECHA	TIPO DE TRATAMIENT.	CON CARGO A		FECHA PROX. CALIBRACIÓN		OBSERV. Y RECOMEND.		



Fuente: Resultado de la investigación

Anexo B.3. Ficha técnica del martillo picador neumático.

				Código		003		
				Versión				
				Vigencia				
FICHA TÉCNICA						3		
INFORMACIÓN GENERAL				INFORMACIÓN TÉCNICA				
Nombre		Martillo picador neumático		Peso		8,5 Kg		
Marca		La Cruz		Long. mm.		460		
Número de serie				Golpes/minuto		1650		
Referencia		M-37-B		Consumo aire (l.p.m. a 5Kg/cm2)		1100		
Color		Verde						
DATOS DE FABRICANTE								
Origen de fabricante		Astigarraga – Guipúzcoa – España						
Año de compra								
Proveedor								
ACCESORIOS								
				ESTADO GENERAL		FUNCIONAMIENTO		
SERVICIO TÉCNICO				Bueno <input checked="" type="radio"/>		Normal <input checked="" type="radio"/>		
	Interno	Externo	No Existe	Regular <input type="radio"/>		Regular <input type="radio"/>		
Preventivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	MANUAL				
Correctivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	SI <input type="radio"/>		NO <input checked="" type="radio"/>		
Predictivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Garantía limmitada				Fecha de Inicio				
Mantenimiento gratis				Fecha de Terminación				
FECHA	TIPO DE TRATAMIENT.	CON CARGO A		FECHA PROX. CALIBRACIÓN		OBSERV. Y RECOMEND.		

Fuente: Resultado de la investigación

Anexo B.4. Ficha técnica del malacate externo.


				Código	004	
				Versión		
				Vigencia		
FICHA TÉCNICA				4		
INFORMACIÓN GENERAL				INFORMACIÓN TÉCNICA		
Nombre		Malacate		Motor	Trifásico	
Marca		Siemens		Potencia	30 HP	
Número de serie				Voltaje	220 V	
Referencia						
Color		Amarillo				
DATOS DE FABRICANTE						
Origen de fabricante		Socha – Boyacá - Colombia				
Año de compra						
Proveedor						
ACCESORIOS						
				ESTADO GENERAL	FUNCIONAMIENTO	
SERVICIO TÉCNICO				Bueno <input checked="" type="radio"/>	Normal <input checked="" type="radio"/>	
	Interno	Externo	No Existe	Regular <input type="radio"/>	Regular <input type="radio"/>	
Preventivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	MANUAL		
Correctivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	SI <input type="radio"/>	NO <input checked="" type="radio"/>	
Predictivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
Garantía limitada				Fecha de Inicio		
Mantenimiento gratis				Fecha de Terminación		
FECHA	TIPO DE TRATAMIENT.	CON CARGO A	FECHA PROX. CALIBRACIÓN	OBSERV. Y RECOMEND.		

Fuente: Resultado de la investigación

ANEXO C: FORMATOS DE TOMA DE TIEMPOS

Anexo C.1. Hoja de estudio de tiempos para la operación de arranque del material.

ARRANQUE DEL MATERIAL

 HOJA DE TRABAJO ESTUDIO DE TIEMPOS																				CON RETROCESO		X
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN																				CONTINUO		
NÚMERO DE PARTES				NÚMERO DE OPERACIÓN				DIBUJO PLANO				NOMBRE DE LA MAQUINA				NÚMERO DE LA MÁQUINA				¿CALIDAD AFECTADA?		No
				1								Martillo picador neumático				3				¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?		Si
NOMBRE DEL OPERARIO				MESES EN EL PUESTO				DEPARTAMENTO				NÚMERO DE HERRAMIENTAS				ALIMENTACIONES Y VELOCIDADES				¿AJUSTE CORRECTO DE LA MÁQUINA?		
Leonidas Blanco				96				Operación minera				6				CICLO DE LA MÁQUINA				NOTAS:		
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA				ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES				ELEMENTOS DE PROTECCIÓN				HORA										
Carbón o Estéril								008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016														
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO			LECTURAS										TOTAL / CICLOS	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNITARIO	RANGO	R/X	MÁS ALTO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
1	Inspeccionar frente			R																		
	E	15	14	13	16	15	14	17	13	15	14	131	13.1	95	12.445	1	12.445	4	0.305	17		
2	Instalar martillo			R																		
	E	5	8	7	8	6	6	5	7	6	6	59	5.9	110	6.49	1	6.49	3	0.508	8		
3	Arrancar material			R																		
	E	2700	2710	2708	2705	2708	2698	2702	2695	2699	2701	27026	2702.6	100	2702.6	1	2702.6	15	0.006	2710		
4	Verificar avance			R																		
	E	6	7	8	7	7	6	6	6	7	5	65	6.5	100	6.5	1	6.5	3	0.462	8		
	R																					
	E																					
ELEMENTOS EXTRAÑOS												NOTAS: Toma de tiempos en segundos		R/X	# CICLOS	MINUTOS TOTALES NORMALES		45.47				
														0.1	2	% DE TOLERANCIA		31.1				
														0.2	7	MINUTOS ESTÁNDAR		45.78				
														0.3	15	HORAS POR UNIDAD		0.76				
														0.4	27	UNIDADES POR HORA		1.31				
														0.5	42	ESBOZO ESTACIÓN DE TRABAJO		ESBOZO DEL PRODUCTO				
														0.6	61							
														0.7	83							
														0.8	108							
														0.9	138							
														1	169							
INGENIERO		Jorge Armando Camargo Rodríguez						FECHA		16/06/2014												
APROBADO POR		Segundo Agustín Sánchez Salazar						FECHA		27/06/2014												

Fuente: Resultado de la investigación

Anexo C.2. Hoja de estudio de tiempos para la operación de apilado de material.

APILADO DEL MATERIAL

 HOJA DE TRABAJO ESTUDIO DE TIEMPOS																		CON RETROCESO		X	
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN																		CONTINUO			
NÚMERO DE PARTES		NÚMERO DE OPERACIÓN		DIBUJO PLANO		NOMBRE DE LA MÁQUINA		NÚMERO DE LA MÁQUINA		¿CÁLIDA AFECTADA?		No									
		2				Carretilla		4		¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?		Si									
NOMBRE DEL OPERARIO		MESES EN EL PUESTO		DEPARTAMENTO		NÚMERO DE HERRAMIENTAS		ALIMENTACIONES Y VELOCIDADES		¿AJUSTE CORRECTO DE LA MÁQUINA?											
Fernando Casallas		60		Operación minera		7		CICLO DE LA MÁQUINA													
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA				ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES				ELEMENTOS DE PROTECCIÓN				HORA									
Carbón o Estéril								008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016													
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		LECTURAS										TOTAL / CICLOS	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNITARIO	RANGO	R/X	MÁS ALTO
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	Llenar la carretilla	R											5409	540.9	115	622.035	1	622.035	7	0.013	605
		E	600	605	601	602	598	601	600	599	602	601									
2	Transportar el material	R											1732	173.2	90	155.88	1	155.88	24	0.139	202
		E	180	185	190	198	200	202	188	196	195	178									
		R																			
		E																			
		R																			
		E																			
		R																			
		E																			
ELEMENTOS EXTRAÑOS												NOTAS: Toma de tiempos en segundos		R/X		# CICLOS		MINUTOS TOTALES NORMALES		12.97	
														0.1		2		% DE TOLERANCIA		20.6	
														0.2		7		MINUTOS ESTÁNDAR		13.17	
														0.3		15		HORAS POR UNIDAD		0.22	
														0.4		27		UNIDADES POR HORA		4.56	
														0.5		42		ESBOZO ESTACIÓN DE TRABAJO		ESBOZO DEL PRODUCTO	
														0.6		61					
														0.7		83					
														0.8		108					
														0.9		138					
														1		169					
INGENIERO		Jorge Armando Camargo Rodríguez				FECHA		17/06/2014													
APROBADO POR		Segundo Agustín Sánchez Salazar				FECHA		27/06/2014													

Fuente: Resultado de la investigación

Anexo C.3. Hoja de estudio de tiempos para la operación de cargue de la vagoneta.

CARGUE DE VAGONETA

 HOJA DE TRABAJO ESTUDIO DE TIEMPOS																		CON RETROCESO		X		
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN																		CONTINUO				
NÚMERO DE PARTES		NÚMERO DE OPERACIÓN		DIBUJO PLANO		NOMBRE DE LA MÁQUINA		NÚMERO DE LA MÁQUINA		¿CALIDAD AFECTADA?		No										
		3				Vagoneta		2		¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?		Si										
NOMBRE DEL OPERARIO		MESES EN EL PUESTO		DEPARTAMENTO		NÚMERO DE HERRAMIENTAS		ALIMENTACIONES Y VELOCIDADES		¿AJUSTE CORRECTO DE LA MÁQUINA?												
Fernando Casallas		60		Operación minera		7		CICLO DE LA MÁQUINA		NOTAS:												
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA				ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES				ELEMENTOS DE PROTECCIÓN				HORA										
Carbón o Estéril								008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016														
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		LECTURAS										TOTAL / CICLOS	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNITARIO	RANGO	R/X	MÁS ALTO	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
1	Llenar la vagoneta	R												5589	558.9	95	530.955	1	530.955	7	0.013	625
		E	620	625	621	622	618	621	620	619	622	621										
2	Instalar los maderos	R												1777	177.7	110	195.47	1	195.47	24	0.135	207
		E	185	190	195	203	205	207	193	201	200	183										
		R																				
		E																				
		R																				
		E																				
		R																				
		E																				
ELEMENTOS EXTRAÑOS													NOTAS: Toma de tiempos en segundos		R/X	# CICLOS	MINUTOS TOTALES NORMALES		12.11			
													0.1	2	% DE TOLERANCIA		21.7					
													0.2	7	MINUTOS ESTÁNDAR		12.32					
													0.3	15	HORAS POR UNIDAD		0.21					
													0.4	27	UNIDADES POR HORA		4.87					
													0.5	42	ESBOZO ESTACIÓN DE TRABAJO		ESBOZO DEL PRODUCTO					
													0.6	61								
													0.7	83								
													0.8	108								
													0.9	138								
													1	169								
INGENIERO		Jorge Armando Camargo Rodríguez				FECHA		18/06/2014														
APROBADO POR		Segundo Agustín Sánchez Salazar				FECHA		27/06/2014														

Fuente: Resultado de la investigación

Anexo C.4. Hoja de estudio de tiempos para la operación de malacateada por el inclinado.

MALACATEADA POR EL INCLINADO

 HOJA DE TRABAJO ESTUDIO DE TIEMPOS																		CON RETROCESO		X			
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN																		CONTINUO					
NÚMERO DE PARTES		NÚMERO DE OPERACIÓN		DIBUJO PLANO			NOMBRE DE LA MAQUINA			NÚMERO DE LA MÁQUINA			¿CÁLIDAD AFECTADA?			No							
		4					Vagoneta, Malacate			002, 001			¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?			Si							
NOMBRE DEL OPERARIO		MESES EN EL PUESTO		DEPARTAMENTO			NÚMERO DE HERRAMIENTAS			ALIMENTACIONES Y VELOCIDADES			¿AJUSTE CORRECTO DE LA MÁQUINA?										
Andrés Ábril		156		Operación minera						CICLO DE LA MÁQUINA													
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA				ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES						ELEMENTOS DE PROTECCIÓN				NOTAS:									
Carbón o Estéril										008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016													
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		LECTURAS										TOTAL / CICLOS	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNITARIO	RANGO	R/X	MÁS ALTO		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
1	Arrastrar la vagoneta	R																					
		E	115	120	122	125	118	110	123	130	128	125	1216	121.6	115	139.84	1	139.84	20	0.164	130		
2	Girar la vagoneta	R																					
		E	60	65	61	62	70	64	65	63	68	65	583	58.3	110	64.13	1	64.13	9	0.154	70		
		R																					
		E																					
		R																					
		E																					
		R																					
		E																					
ELEMENTOS EXTRAÑOS												NOTAS: Toma de tiempos en segundos		R/X		# CICLOS		MINUTOS TOTALES NORMALES		3.40			
												0.1		2		% DE TOLERANCIA		5.4					
												0.2		7		MINUTOS ESTÁNDAR		3.45					
												0.3		15		HORAS POR UNIDAD		0.06					
												0.4		27		UNIDADES POR HORA		17.37					
												0.5		42		ESBOZO ESTACIÓN DE TRABAJO		ESBOZO DEL PRODUCTO					
												0.6		61									
												0.7		83									
												0.8		108									
												0.9		138									
												1		169									
INGENIERO		Jorge Armando Camargo Rodríguez			FECHA		19/06/2014																
APROBADO POR		Segundo Agustín Sánchez Salazar			FECHA		27/06/2014																

Fuente: Resultado de la investigación

Anexo C.5. Hoja de estudio de tiempos para la operación de transporte a bocamina.

TRANSPORTE A BOCAMINA

 HOJA DE TRABAJO ESTUDIO DE TIEMPOS																		CON RETROCESO		X			
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN																		CONTINUO					
NÚMERO DE PARTES		NÚMERO DE OPERACIÓN		DIBUJO PLANO			NOMBRE DE LA MÁQUINA			NÚMERO DE LA MÁQUINA			¿CÁLIDAD AFECTADA?			No							
		5					Vagoneta			2			¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?			Si							
NOMBRE DEL OPERARIO		MESES EN EL PUESTO		DEPARTAMENTO			NÚMERO DE HERRAMIENTAS			ALIMENTACIONES Y VELOCIDADES			¿AJUSTE CORRECTO DE LA MÁQUINA?										
Andrés Ábril		156		Operación minera						CICLO DE LA MÁQUINA													
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA				ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES						ELEMENTOS DE PROTECCIÓN				HORA				NOTAS:					
Carbón o Estéril										008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016													
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		LECTURAS										TOTAL / CICLOS	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNITARIO	RANGO	R/X	MÁS ALTO		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
1	Subir sobre los rieles	R																					
		E	150	145	160	189	180	170	168	165	170	165	1662	166.2	100	166.2	1	166.2	44	0.265	189		
2	Empujar vagoneta	R																					
		E	340	336	345	390	335	350	310	365	305	350	3426	342.6	90	308.34	1	308.34	85	0.248	390		
		R																					
		E																					
		R																					
		E																					
		R																					
		E																					
ELEMENTOS EXTRAÑOS												NOTAS: Toma de tiempos en segundos		R/X	# CICLOS	MINUTOS TOTALES NORMALES		7.91					
												0.1		2 % DE TOLERANCIA		44.6							
												0.2		7 MINUTOS ESTÁNDAR		8.36							
												0.3		15 HORAS POR UNIDAD		0.14							
												0.4		27 UNIDADES POR HORA		7.18							
												0.5		42 ESBOZO ESTACIÓN DE TRABAJO		ESBOZO DEL PRODUCTO							
												0.6		61									
												0.7		83									
												0.8		108									
												0.9		138									
												1		169									
INGENIERO		Jorge Armando Camargo Rodríguez			FECHA		20/06/2014																
APROBADO POR		Segundo Agustín Sánchez Salazar			FECHA		27/06/2014																

Fuente: Resultado de la investigación

Anexo C.6. Hoja de estudio de tiempos para la operación de malacateada a la tolva.

MALACATEADA A LA TOLVA

 HOJA DE TRABAJO ESTUDIO DE TIEMPOS																		CON RETROCESO		X	
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN																		CONTINUO			
NÚMERO DE PARTES		NÚMERO DE OPERACIÓN		DIBUJO PLANO			NOMBRE DE LA MAQUINA			NÚMERO DE LA MÁQUINA			¿CÁLIDAD AFECTADA?			No					
		6					Vagoneta, Malacate			002, 005			¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?			Si					
NOMBRE DEL OPERARIO		MESES EN EL PUESTO		DEPARTAMENTO			NÚMERO DE HERRAMIENTAS			ALIMENTACIONES Y VELOCIDADES			¿AJUSTE CORRECTO DE LA MÁQUINA?								
Andrés Ábril		156		Operación minera						CICLO DE LA MÁQUINA											
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA				ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES						ELEMENTOS DE PROTECCIÓN				HORA				NOTAS:			
Carbón o Estéril				008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016																	
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		LECTURAS										TOTAL / CICLOS	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNITARIO	RANGO	R/X	MÁS ALTO
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	Enganchar la vagoneta	R											1568	156.8	85	133.28	1	133.28	30	0.191	190
		E	200	160	185	190	165	175	160	168	190	175									
2	Arrastrar la Vagoneta	R											2018	201.8	95	191.71	1	191.71	30	0.149	240
		E	250	210	235	240	215	225	210	218	240	225									
		R																			
		E																			
		R																			
		E																			
		R																			
		E																			
ELEMENTOS EXTRAÑOS												NOTAS: Toma de tiempos en segundos		R/X		# CICLOS		MINUTOS TOTALES NORMALES		5.42	
												0.1		2		% DE TOLERANCIA		5.4			
												0.2		7		MINUTOS ESTÁNDAR		5.47			
												0.3		15		HORAS POR UNIDAD		0.09			
												0.4		27		UNIDADES POR HORA		10.97			
												0.5		42		ESBOZO ESTACIÓN DE TRABAJO		ESBOZO DEL PRODUCTO			
												0.6		61							
												0.7		83							
												0.8		108							
												0.9		138							
												1		169							
INGENIERO		Jorge Armando Camargo Rodríguez			FECHA		23/06/2014														
APROBADO POR		Segundo Agustín Sánchez Salazar			FECHA		27/06/2014														

Fuente: Resultado de la investigación

Anexo C.7. Hoja de estudio de tiempos para la operación de descargue a la tolva.

DESCARGUE A LA VAGONETA

 HOJA DE TRABAJO ESTUDIO DE TIEMPOS																		CON RETROCESO		X	
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN																		CONTINUO			
NÚMERO DE PARTES		NÚMERO DE OPERACIÓN		DIBUJO PLANO			NOMBRE DE LA MAQUINA			NÚMERO DE LA MÁQUINA			¿CÁLIDAD AFECTADA?			No					
		7					Vagoneta, Malacate			002, 005			¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?			Si					
NOMBRE DEL OPERARIO		MESES EN EL PUESTO		DEPARTAMENTO			NÚMERO DE HERRAMIENTAS			ALIMENTACIONES Y VELOCIDADES			¿AJUSTE CORRECTO DE LA MÁQUINA?								
Andrés Ábril		156		Operación minera						CICLO DE LA MÁQUINA											
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA				ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES						ELEMENTOS DE PROTECCIÓN				HORA				NOTAS:			
Carbón o Estéril										008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016											
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		LECTURAS										TOTAL / CICLOS	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNITARIO	RANGO	R/X	MÁS ALTO
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	Subir a la tolva	R											948	94.8	85	80.58	1	80.58	55	0.58	125
		E	70	120	75	100	78	95	70	110	125	105									
2	Descargar la vagoneta	R											1933	193.3	90	173.97	1	173.97	165	0.854	275
		E	180	200	275	190	205	203	180	195	110	195									
		R																			
		E																			
		R																			
		E																			
		R																			
		E																			
ELEMENTOS EXTRAÑOS												NOTAS: Toma de tiempos en segundos		R/X		# CICLOS		MINUTOS TOTALES NORMALES		4.24	
												0.1		2		% DE TOLERANCIA		5.4			
												0.2		7		MINUTOS ESTÁNDAR		4.30			
												0.3		15		HORAS POR UNIDAD		0.07			
												0.4		27		UNIDADES POR HORA		13.96			
												0.5		42		ESBOZO ESTACIÓN DE TRABAJO		ESBOZO DEL PRODUCTO			
												0.6		61							
												0.7		83							
												0.8		108							
												0.9		138							
												1		169							
INGENIERO		Jorge Armando Camargo Rodríguez			FECHA		24/06/2014														
APROBADO POR		Segundo Agustín Sánchez Salazar			FECHA		27/06/2014														

Fuente: Resultado de la investigación

ANEXO D: FLUJOGRAMA Y DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS